

PAT-NO: JP02003060262A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003060262 A

TITLE: MAGNETORESISTIVE EFFECT ELEMENT, MAGNETIC HEAD, AND
HEAD
SUSPENSION ASSEMBLY

PUBN-DATE: February 28, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KAGAMI, TAKERO	N/A
TAKAHASHI, NORIO	N/A
UESUGI, TAKUMI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TDK CORP	N/A

APPL-NO: JP2001245885

APPL-DATE: August 14, 2001

INT-CL (IPC): H01L043/08, G01R033/09, G11B005/39

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To increase the MR ratio in practice obtainable of the element as a whole, when compared with a conventional case in a conventional case in an magnetoresistive effect element with a CPP structure which uses spin valve film.

SOLUTION: A magnetoresistive effect element 2 includes a magnetoresistive effect layer deposited between electrodes 21 and 28. The magnetoresistive effect layer includes a nonmagnetic layer 25, a pinned layer 24 and a free layer 26 with the nonmagnetic layer 25 in between, and a pin layer 23 at the pinned layer 24 on the side opposite to the free layer 23. The pin layer 23, having a prescribed thickness, is formed in a region overlapped substantially with an active region in a film face direction, in which a current is carried

in an almost vertical direction to the film face between the electrodes 21 and 28, and is formed continuously with the substantially same thickness as the prescribed thickness or with a smaller thickness from the region overlapped substantially with the active region to the other region which does not overlap the active region.

COPYRIGHT: (C)2003, JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-60262

(P2003-60262A)

(43)公開日 平成15年2月28日 (2003.2.28)

(51)Int.Cl'

H 01 L 43/08

G 01 R 33/09

G 11 B 5/39

識別記号

F I

テ-マ-ト*(参考)

H 01 L 43/08

Z 2 G 01 7

G 11 B 5/39

5 D 0 3 4

G 01 R 33/06

R

審査請求 未請求 請求項の数20 OL (全 18 頁)

(21)出願番号

特願2001-245885(P2001-245885)

(22)出願日

平成13年8月14日 (2001.8.14)

(71)出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72)発明者 加々美 健朗

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティー
ーディーケイ株式会社内

(72)発明者 高橋 法男

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティー
ーディーケイ株式会社内

(74)代理人 100096770

弁理士 四宮 通

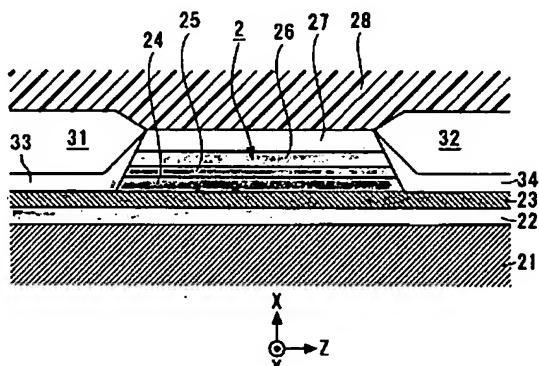
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁気抵抗効果素子並びにこれを用いた磁気ヘッド及びヘッドサスペンションアセンブリ

(57)【要約】

【課題】 スピンバルブ膜を用いたCPP構造を持つ磁気抵抗効果素子でありながら、従来に比べて、素子全体として得られる実際上のMR比を高める。

【解決手段】 磁気抵抗効果素子2は、電極21, 28間に積層された磁気抵抗効果層を持つ。磁気抵抗効果層は、非磁性層25と、これを挟むビンド層24及びフリー層26と、ビンド層24のフリー層26と反対側に形成されたビン層23と、を有する。ビン層23は、電極21, 28間において膜面と略々垂直な方向に電流が流れる膜面方向の有効領域と実質的に重なる領域に、所定の厚さで形成されるとともに、前記有効領域と実質的に重ならない領域に、前記所定厚さと同じ厚さで又は前記所定厚さより薄い厚さで、前記有効領域と実質的に重なる領域から連続して形成される。



Colors
by
31

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基体の一方の面側に形成された第1の電極と、

前記第1の電極の前記基体とは反対側に形成された磁気抵抗効果層と、

前記磁気抵抗効果層の前記第1の電極とは反対側に形成された第2の電極と、を備え、

前記磁気抵抗効果層は、非磁性層と、前記非磁性層の一方の面側に形成されたフリー層と、前記非磁性層の他方の面側に形成されたビンド層と、前記ビンド層の前記非磁性層とは反対の側に形成されたピン層とを含み、

前記ピン層は、前記第1の電極と前記第2の電極との間において膜面と略々垂直な方向に電流が流れる膜面方向の有効領域と実質的に重なる領域に、所定の厚さで形成されるとともに、前記有効領域と実質的に重ならない領域に、前記所定厚さと実質的に同じ厚さで又は前記所定厚さより薄い厚さで、前記実質的に重なる領域から連続して形成された、

ことを特徴とする磁気抵抗効果型素子。

【請求項2】 前記ピン層の一方の面が、実質的に全面的に、前記第1の電極又は前記第2の電極の一方の面に電気的に接触したことを特徴とする請求項1記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項3】 前記第1の電極と前記第2の電極との間に介在する少なくとも1つの層の少なくとも一方側の面と当該面に対向する隣接層の対向面との間に、少なくとも前記有効領域と実質的に重なる領域に渡って、前記少なくとも1つの層と前記隣接層との間が完全には電気的に絶縁されない程度に薄い絶縁層を、形成したことを特徴とする請求項1又は2記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項4】 前記少なくとも1つの層は、前記非磁性層、前記フリー層及び前記ビンド層のうちのいずれかの層のいずれか1つの構成層を含むことを特徴とする請求項3記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項5】 前記薄い絶縁層が酸化物又は塗化物を含むことを特徴とする請求項3又は4記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項6】 前記非磁性層は、前記有効領域と実質的に重なる領域のみに形成されたことを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項7】 前記フリー層は、前記有効領域と実質的に重なる領域のみに形成されたことを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項8】 前記ビンド層は、前記有効領域と実質的に重なる領域のみに形成されたことを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項9】 前記ピン層が、 $PtMn$ 、 $IrMn$ 、 $RuRhMn$ 、 $FeMn$ 、 $NiMn$ 、 $PdPtMn$ 、 $RhMn$ 、 $CrMnPt$ 、及び、その他のMn系合金からなる群より選ばれた1種以上を含むことを特徴とする請求

項1乃至8のいずれかに記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項10】 基体の一方の面側に形成された第1の電極と、

前記第1の電極の前記基体とは反対側に形成された磁気抵抗効果層と、

前記磁気抵抗効果層の前記第1の電極とは反対側に形成された第2の電極と、を備え、

前記磁気抵抗効果層は、フリー層と、該フリー層の前記第1の電極側に形成された第1の非磁性層と、該第1の非磁性層の前記第1の電極側に形成された第1のビンド層と、該第1のビンド層の前記第1の電極側に形成された第1のピン層と、該第1のピン層の前記第2の電極側に形成された第2の非磁性層と、該第2の非磁性層の前記第2の電極側に形成された第2のビンド層と、該第2のビンド層の前記第2の電極側に形成された第2のピン層と、を含み、

前記第1及び第2のピン層のうちの少なくとも一方のピン層は、前記第1の電極と前記第2の電極との間において膜面と略々垂直な方向に電流が流れる膜面方向の有効

領域と実質的に重なる領域に、所定の厚さで形成されるとともに、前記有効領域と実質的に重ならない領域に、前記所定厚さと実質的に同じ厚さで又は前記所定厚さより薄い厚さで、前記実質的に重なる領域から連続して形成された、

ことを特徴とする磁気抵抗効果型素子。

【請求項11】 前記少なくとも一方のピン層の一方の面が、実質的に全面的に、前記第1の電極又は前記第2の電極の一方の面に電気的に接触したことを特徴とする請求項10記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項12】 前記第1の電極と前記第2の電極との間に介在する少なくとも1つの層の少なくとも一方側の面と当該面に対向する隣接層の対向面との間に、少なくとも前記有効領域と実質的に重なる領域に渡って、前記少なくとも1つの層と前記隣接層との間が完全には電気的に絶縁されない程度に薄い絶縁層を、形成したことを特徴とする請求項10又は11記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項13】 前記少なくとも1つの層は、前記第1及び第2の非磁性層、前記フリー層及び前記第1及び第2のビンド層のうちのいずれかの層のいずれか1つの構成層を含むことを特徴とする請求項12記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項14】 前記薄い絶縁層が酸化物又は塗化物を含むことを特徴とする請求項12又は13記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項15】 前記第1及び第2の非磁性層の少なくとも一方は、前記有効領域と実質的に重なる領域のみに形成されたことを特徴とする請求項10乃至14のいずれかに記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項16】 前記フリー層は、前記有効領域と実質

的に重なる領域のみに形成されたことを特徴とする請求項10乃至15のいずれかに記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項17】前記第1及び第2のビンド層の少なくとも一方は、前記有効領域と実質的に重なる領域のみに形成されたことを特徴とする請求項10乃至16のいずれかに記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項18】前記第1及び第2のビン層の各々が、PtMn、IrMn、RuRhMn、FeMn、NiMn、PdPtMn、RhMn、CrMnPt、及び、その他のMn系合金からなる群より選ばれた1種以上を含むことを特徴とする請求項10乃至17のいずれかに記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項19】基体と、該基体により支持された磁気抵抗効果素子とを備え、前記磁気抵抗効果素子が請求項1乃至18のいずれかに記載された磁気抵抗効果素子であることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項20】磁気ヘッドと、該磁気ヘッドが先端部付近に搭載され前記磁気ヘッドを支持するサスペンションと、を備え、前記磁気ヘッドが請求項19記載の磁気ヘッドであることを特徴とするヘッドサスペンションアセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気抵抗効果素子並びにこれを用いた磁気ヘッド及びヘッドサスペンションアセンブリに関するものである。

【0002】

【従来の技術】ハードディスクドライブ(HDD)の大容量小型化に伴い、高感度、高出力のヘッドが要求されている。その要求に対して、現行製品であるGMRヘッド(Giant Magneto-Resistive Head)の懸念な特性改善が進んでおり、一方でGMRヘッドの2倍以上の抵抗変化率が期待できるトンネル磁気抵抗効果型ヘッド(TM Rヘッド)の開発も精力的に行われている。

【0003】GMRヘッドとTMRヘッドは、一般的に、センス電流を流す方向の違いからヘッド構造が異なる。一般のGMRヘッドのような膜面に対して平行にセンス電流を流すヘッド構造をCIP(Current In Plane)構造、TMRヘッドのように膜面に対して垂直にセンス電流を流すヘッド構造をCPP(Current Perpendicular to Plane)構造と呼ぶ。CPP構造は、磁気シールドそのものを電極として用いることができるため、CIP構造の狭リードギャップ化において深刻な問題となっている、磁気シールド-素子間ショート(絶縁不良)が本質的に生じない。そのため、高記録密度化においてCPP構造は大有利である。

【0004】CPP構造ヘッドの先駆けであるTMRヘッドは、高MR比ということで注目されているが、低抵抗化という大きな問題に直面している。

【0005】一方、CPP構造でありながら磁気抵抗効

果素子はCIP構造で使用されているスピナバルブ(SV)膜を用いるというCPP-GMRヘッドは、磁気抵抗効果素子に絶縁膜を含まないスピナバルブ膜を用いるため、低抵抗化が可能である。長坂らによる「スピナバルブ膜を用いたCPP素子のGMR特性」と題する論文(日本応用磁気学会誌, Vol.25, No.4-2, pp.807-810, 2001)には、スピナバルブ膜を用いたCPP構造を持つ磁気抵抗効果素子が開示されている。

【0006】このようなスピナバルブ膜を用いたCPP構造を持つ従来の磁気抵抗効果素子では、スピナバルブ膜を構成する、上部電極と下部電極との間に形成されたキャップ層、ビン層、ビンド層、非磁性層及びフリー層は、実質的に互いに重なる領域のみに形成され、各層の膜面方向の大きさはほぼ同一であり、上部電極及び下部電極の面積に比べてはるかに小さいものであった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、スピナバルブ膜を用いたCPP構造を持つ従来の磁気抵抗効果素子では、TMR素子に比べて低抵抗化を図ることができるという点で非常に優れているものの、上部電極と下部電極との間の素子全体として得られる実際上のMR比は、例えば数%程度と、かなり低かった。

【0008】なお、前記論文では、MR比がもっと高くなる旨が述べられているが、前記論文で言及しているMR比は、上部電極及び下部電極間の素子全体として得られる実際上のMR比ではなく、磁気抵抗変化を示す部分(すなわち、ビンド層、非磁性層及びフリー層のみの積層体)のみのMR比である。すなわち、上部電極及び下部電極間にはビン層やキャップ層等が存在しているが、前記論文では、これらの固定的な抵抗成分の影響を考慮しないMR比について言及している。このため、前記論文で言及されているMR比は、見かけ上高くなっているのである。

【0009】本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、スピナバルブ膜を用いたCPP構造を持つ磁気抵抗効果素子でありながら、従来に比べて実際上のMR比を高めることができる磁気抵抗効果素子を提供することを目的とする。

【0010】また、本発明は、このような磁気抵抗効果素子を用いることにより、狭トラックにおいても高出力信号を得ることができ高記録密度化を図ができる、磁気ヘッドを提供することを目的とする。

【0011】さらに、本発明は、磁気ディスク装置等の高記録密度化を図ができるヘッドサスペンションアセンブリを提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するため、本発明の第1の態様による磁気抵抗効果素子は、基体の一方の面側に形成された第1の電極と、前記第1の電極の前記基体とは反対側に形成された磁気抵抗効果層

と、前記磁気抵抗効果層の前記第1の電極とは反対側に形成された第2の電極と、を備えたものである。そして、前記磁気抵抗効果層は、非磁性層と、前記非磁性層の一方の面側に形成されたフリー層と、前記非磁性層の他方の面側に形成された BIND 層と、前記 BIND 層の前記非磁性層とは反対の側に形成された PIN 層とを含む。また、前記 PIN 層は、前記第1の電極と前記第2の電極との間において膜面と略々垂直な方向に電流が流れる膜面方向の有効領域と実質的に重なる領域に、所定の厚さで形成されるとともに、前記有効領域と実質的に重ならない領域に、前記所定厚さと実質的に同じ厚さで又は前記所定厚さより薄い厚さで、前記実質的に重なる領域から連続して形成される。前記第1及び第2の電極は、磁気シールド層を兼ねていてもよい。

【0013】この第1の態様では、磁気抵抗効果層に対して第1及び第2の電極が前述したように配置されているため、CPP構造が実現される。したがって、CIP構造の狭リードギャップ化において深刻な問題となっている、磁気シールド-素子間ショート（絶縁不良）が本質的に生じない。

【0014】また、前記第1の態様では、磁気抵抗効果層は、前述したように配置された非磁性層、フリー層、BIND層及びPIN層を含んでいるので、いわゆるスピンドル膜を構成している。したがって、TMR素子に比べて低抵抗化を図ることができる。

【0015】そして、前記第1の態様では、PIN層は、前記有効領域と実質的に重なる領域に所定の厚さで形成されるだけでなく、前記有効領域と実質的に重ならない領域に、前記所定厚さと実質的に同じ厚さで又は前記所定厚さより薄い厚さで、前記実質的に重なる領域から連続して形成されている。このように、PIN層が形成される領域は前記有効領域から広がっているため、その広がった分だけセンス電流が流れるバスが拡大し、第1及び第2電極の間に流れるセンス電流に対するPIN層の抵抗値が小さくなる。PIN層は、通常は反強磁性体で構成されることから、その比抵抗が比較的大きい（例えば、 $100\mu\Omega\text{cm}$ 以上）ので、PIN層が広がっていることによるPIN層の抵抗値の減少の度合いが大きい。このように、前記第1の態様によれば、センス電流に対するPIN層の抵抗値が低減され、ひいては第1及び第2の電極間の素子全体の固定的な抵抗値が低減される。したがって、前記第1の態様によれば、第1及び第2の電極間の素子全体として得られる実際上のMR比（＝ $\Delta R/R$ ）の分母Rが小さくなり、実際上のMR比が高まる。

【0016】ところで、実際の素子の出力は、 ΔR とセンス電流 I_s との積 $I_s \times \Delta R$ の値が重要となる。したがって、実際上のMR比（＝ $\Delta R/R$ ）の分母Rを小さくすることでそのMR比を向上させるだけでは、素子の出力を向上させることはできない。しかし、前記第1の態様による構造を採用してRを小さくした上で、前記有

効領域の面積を狭く構成すれば、R及び ΔR は前記有効領域の面積にほぼ反比例することから、向上したMR比を維持したまま ΔR も高めることができる。このように、前記第1の態様によれば、例えば、単に有効領域の面積を狭めるだけで、素子のMR比と出力を高めることができ、前記第1の態様による構造は実用上の価値が極めて高い。

【0017】このように、前記第1の態様による効果を素子の出力の向上に有効に関連させる事項の一つとして、前記有効領域の面積を狭めることがある。その事項の他の例として、本発明者は、後述する第3の態様による構造を案出した。この点は、第3の態様に関連して後述する。

【0018】本発明の第2の態様による磁気抵抗効果素子は、前記第1の態様において、前記PIN層の一方の面が、実質的に全面的に、前記第1の電極又は前記第2の電極の一方の面に電気的に接触したものである。この第2の態様では、前記PIN層の一方の面は、実質的に全面的に、前記第1の電極又は前記第2の電極の一方の面に、直接接触してもよいし導電膜を介して接触してもよい。

【0019】この第2の態様によれば、PIN層の一方の面が実質的に全面的に電極の面に電気的に接触しているので、センス電流に対するPIN層の抵抗値がより低減され、実際上のMR比が一層高まる。

【0020】本発明の第3の態様による磁気抵抗効果素子は、前記第1又は第2の態様において、前記第1の電極と前記第2の電極との間に介在する少なくとも1つの層の少なくとも一方側の面と該面に対向する隣接層の対向面との間に、少なくとも前記有効領域と実質的に重なる領域に渡って、前記少なくとも1つの層と前記隣接層との間が完全には電気的に絶縁されない程度に薄い絶縁層を、形成したものである。

【0021】前記薄い絶縁層のような薄い層は、PINホール等が略々一様に形成された層をモデルとして説明し得る。したがって、前記薄い絶縁層は、その上下の間に流れる電流のバスの面積を実効的に低減させ、前述した有効領域の面積を実際には狭めることなく、前述した有効領域の面積を狭めたのと同様の効果が得られる。すなわち、前記薄い絶縁層は、向上したMR比を維持したまま前記 ΔR を増大させる作用を担う。このため、前記第3の態様によれば、前記第1の態様による効果を素子の出力の向上に有効に関連させることができる。したがって、前記第3の態様によれば、素子の出力が増大し、好ましい。その効果は、前記有効領域の面積を狭めたのと同様である。しかしながら、有効領域の面積を狭めにしても製造上の限界があるため、前記第3の態様の構造はそのような製造上の限界にもかかわらずに採用することができ、その利点は大きい。

【0022】本発明の第4の態様による磁気抵抗効果素

子は、前記第3の態様において、前記少なくとも1つの層は、前記非磁性層、前記フリー層及び前記ビンド層のうちのいずれかの層のいずれか1つの構成層を含むものである。

【0023】この第4の態様により言及された位置に前記薄い絶縁層を配置すると、前記薄い絶縁層がセンス電流のバスを調整する機能がより有効に発揮され、好ましい。

【0024】本発明の第5の態様による磁気抵抗効果素子は、前記第3又は第4の態様において、前記薄い絶縁層が酸化物又は窒化物を含むものである。前記薄い絶縁層としてこのような材料を用いると、絶縁材料として有効である上に、他の膜の特性を損なうようなおそれもなく、好ましい。

【0025】本発明の第6の態様による磁気抵抗効果素子は、前記第1乃至第5のいずれかの態様において、前記非磁性層は、前記有効領域と実質的に重なる領域のみに形成されたものである。

【0026】本発明の第7の態様による磁気抵抗効果素子は、前記第1乃至第6のいずれかの態様において、前記フリー層は、前記有効領域と実質的に重なる領域のみに形成されたものである。

【0027】本発明の第8の態様による磁気抵抗効果素子は、前記第1乃至第7のいずれかの態様において、前記ビンド層は、前記有効領域と実質的に重なる領域のみに形成されたものである。

【0028】前記第6乃至第8の態様は、前記有効領域を規定し得る層を例示したものであるが、前記有効領域を規定する要素はこれらに限定されるものではない。

【0029】本発明の第9の態様による磁気抵抗効果素子は、前記第1乃至第8のいずれかの態様において、前記ピン層が、PtMn、IrMn、RuRhMn、FeMn、NiMn、PdPtMn、RhMn、CrMnPt、及び、その他のMn系合金からなる群より選ばれた1種以上を含むものである。

【0030】この第9の態様で挙げた材料は、ビンド層をピンニングする特性に優れているが、その比抵抗は比較的高い。したがって、前記第9の態様によれば、ピン層を広げることによりセンス電流に対するピン層の抵抗値が低減する効果が高くなり、第1及び第2の電極間の素子全体として得られる実際上のMR比が高まる効果が著しい。

【0031】本発明の第10の態様による磁気抵抗効果素子は、基体の一方の面側に形成された第1の電極と、前記第1の電極の前記基体とは反対側に形成された磁気抵抗効果層と、前記磁気抵抗効果層の前記第1の電極とは反対側に形成された第2の電極と、備えたものである。そして、前記磁気抵抗効果層は、フリー層と、該フリー層の前記第1の電極側に形成された第1の非磁性層と、該第1の非磁性層の前記第1の電極側に形成された

第1のビンド層と、該第1のビンド層の前記第1の電極側に形成された第1のピン層と、該フリー層の前記第2の電極側に形成された第2の非磁性層と、該第2の非磁性層の前記第2の電極側に形成された第2のビンド層と、該第2のビンド層の前記第2の電極側に形成された第2のピン層と、を含む。また、前記第1及び第2のピン層のうちの少なくとも一方のピン層は、前記第1の電極と前記第2の電極との間において膜面と略々垂直な方向に電流が流れる膜面方向の有効領域と実質的に重なる領域に、所定の厚さで形成されるとともに、前記有効領域と実質的に重ならない領域に、前記所定厚さと実質的に同じ厚さで又は前記所定厚さより薄い厚さで、前記実質的に重なる領域から連続して形成される。前記第1及び第2の電極は、磁気シールド層を兼ねていてもよい。

【0032】この第10の態様では、磁気抵抗効果層に対して第1及び第2の電極が前述したように配置されているため、CPP構造が実現される。したがって、CIP構造の狭リードギャップ化において深刻な問題となっている、磁気シールド-素子間ショート（絶縁不良）が本質的に生じない。

【0033】また、前記第10の態様では、磁気抵抗効果層は、前述したように配置されたフリー層、第1及び第2の非磁性層、第1及び第2のビンド層、並びに第1及び第2のピン層を含んでいるので、デュアルタイプのスピンドルブレードを構成している。したがって、TMR素子に比べて低抵抗化を図ることができる。

【0034】そして、前記第10の態様では、少なくとも一方のピン層は、前記有効領域と実質的に重なる領域に所定の厚さで形成されるだけでなく、前記有効領域と実質的に重ならない領域に、前記所定厚さと実質的に同じ厚さで又は前記所定厚さより薄い厚さで、前記実質的に重なる領域から連続して形成されている。このように、少なくとも一方のピン層が形成される領域は前記有効領域から広がっているため、その広がった分だけセンス電流が流れるバスが拡大し、第1及び第2の電極間に流れるセンス電流に対する少なくとも一方のピン層の抵抗値が小さくなる。このように、前記第10の態様によれば、センス電流に対する少なくとも一方のピン層の抵抗値が低減され、ひいては第1及び第2の電極間の素子全体の固定的な抵抗値が低減される。したがって、前記第1の態様によれば、第1及び第2の電極間の素子全体として得られる実際上のMR比（=ΔR/R）の分母Rが小さくなり、実際上のMR比が高まる。また、前記第6の態様では、デュアルタイプのスピンドルブレードが用いられているので、シングルタイプのスピンドルブレードを用いる場合に比べて、実際上のMR比が高まる。

【0035】このMR比の向上を素子の出力の向上に有効に関連させる事項の一つとして、前記有効領域の面積を狭めることがある。その事項の他の例として、本発明者は、後述する第12の態様による構造を案出した。こ

の点は、前記第1の態様の場合と同様である。

【0036】本発明の第11の態様による磁気抵抗効果素子は、前記第10の態様において、前記少なくとも一方のピン層の一方の面が、実質的に全面的に、前記第1の電極又は前記第2の電極の一方の面に電気的に接触したものである。この第7の態様では、前記少なくとも一方のピン層の一方の面は、実質的に全面的に、前記第1の電極又は前記第2の電極の一方の面に、直接接触してもよいし導電膜を介して接触してもよい。

【0037】この第11の態様によれば、少なくとも一方のピン層の一方の面が実質的に全面的に電極の面に電気的に接触しているので、センス電流に対する少なくとも一方のピン層の抵抗値がより低減され、実際上のMR比が一層高まる。

【0038】本発明の第12の態様による磁気抵抗効果素子は、前記第10又は第11の態様において、前記第1の電極と前記第2の電極との間に介在する少なくとも1つの層の少なくとも一方側の面と当該面に対向する隣接層の対向面との間に、少なくとも前記有効領域と実質的に重なる領域に渡って、前記少なくとも1つの層と前記隣接層との間が完全には電気的に絶縁されない程度に薄い絶縁層を、形成したものである。

【0039】この第12の態様によれば、前記第3の態様と同様の利点が得られる。

【0040】本発明の第13の態様による磁気抵抗効果素子は、前記第12の態様において、前記少なくとも1つの層は、前記第1及び第2の非磁性層、前記フリー層及び前記第1及び第2のピン層のうちのいずれかの層のいずれか1つの構成層を含むものである。

【0041】この第13の態様により言及された位置に前記薄い絶縁層を配置すると、前記薄い絶縁層がセンス電流のバスを調整する機能がより有効に発揮され、好ましい。

【0042】本発明の第14の態様による磁気抵抗効果素子は、前記第12又は第13の態様において、前記薄い絶縁層が酸化物又は窒化物を含むものである。前記薄い絶縁層としてこのような材料を用いると、絶縁材料として有効である上に、他の膜の特性を損なうようなおそれもなく、好ましい。

【0043】本発明の第15の態様による磁気抵抗効果素子は、前記第10乃至第14のいずれかの態様において、前記第1及び第2の非磁性層の少なくとも一方は、前記有効領域と実質的に重なる領域のみに形成されたものである。

【0044】本発明の第16の態様による磁気抵抗効果素子は、前記第10乃至第15のいずれかの態様において、前記フリー層は、前記有効領域と実質的に重なる領域のみに形成されたものである。

【0045】本発明の第17の態様による磁気抵抗効果素子は、前記第10乃至第16のいずれかの態様におい

て、前記第1及び第2のピン層の少なくとも一方は、前記有効領域と実質的に重なる領域のみに形成されたものである。

【0046】前記第15乃至第17の態様は、前記有効領域を規定し得る層を例示したものであるが、前記有効領域を規定する要素はこれらに限定されるものではない。

【0047】本発明の第18の態様による磁気抵抗効果素子は、前記第10乃至第17のいずれかの態様において、前記第1及び第2のピン層の各々が、PtMn、IrMn、RuRhMn、FeMn、NiMn、PdPtMn、RhMn、CrMnPt、及び、その他のMn系合金からなる群より選ばれた1種以上を含むものである。

【0048】この第18の態様によれば、前記第9の態様と同様に、第1及び第2の電極間の素子全体として得られる実際上のMR比が高まる効果が著しい。

【0049】本発明の第19の態様による磁気ヘッドは、基体と、該基体により支持された磁気抵抗効果素子とを備え、前記磁気抵抗効果素子が前記第1乃至第18のいずれかの態様による磁気抵抗効果素子であるものである。

【0050】この第19の態様によれば、前記第1乃至第18のいずれかの態様による磁気抵抗効果素子が用いられているので、狭トラックにおいても高出力信号を得ることができ高記録記録密度化を図ることができる。

【0051】なお、前記第1乃至第18の態様による磁気抵抗効果素子の用途は、磁気ヘッドに限定されるものではなく、他の種々の用途において磁気センサとして用いることができる。

【0052】本発明の第20の態様によるヘッドサブエンションアセンブリは、磁気ヘッドと、該磁気ヘッドが先端部付近に搭載され前記磁気ヘッドを支持するサブエンションと、を備え、前記磁気ヘッドが前記第19の態様による磁気ヘッドであるものである。

【0053】この第20の態様によれば、前記第19の態様による磁気ヘッドが用いられているので、磁気ディスク装置等の高記録記録密度化を図ることができる。

【0054】【発明の実施の形態】以下、本発明による磁気抵抗効果素子及びこれを用いた磁気ヘッドについて、図面を参照して説明する。

【0055】【第1の実施の形態】

【0056】図1は、本発明の第1の実施の形態による磁気ヘッドを模式的に示す概略斜視図である。図2は、図1に示す磁気ヘッドのGMR素子2及び誘導型磁気変換素子3の部分を模式的に示す拡大断面図である。図3は、図2中のA-A'矢視斜視図である。図4は、図3中のGMR素子2付近を更に拡大した拡大図である。理解を容易にするため、図1乃至図4に示すように、互い

に直交するX軸、Y軸及びZ軸を定義する（後述する図についても同様である。）。X軸方向が磁気記録媒体の移動方向と一致している。

【0057】第1の実施の形態による磁気ヘッドは、図1に示すように、基体としてのスライダ1と、再生用磁気ヘッド素子として用いられる磁気抵抗効果素子としてのGMR素子2と、記録用磁気ヘッド素子としての誘導型磁気変換素子3と、DLC膜等からなる保護膜4とを備え、複合型磁気ヘッドとして構成されている。もっとも、本発明による磁気ヘッドは、例えば、GMR素子2のみを備えていてもよい。また、第1の実施の形態では、素子2、3はそれぞれ1個ずつ設けられているが、その数は何ら限定されるものではない。

【0058】スライダ1は磁気記録媒体対向面側にレール部11、12を有し、レール部11、12の表面がABS（エアペアリング面）を構成している。図1に示す例では、レール部11、12の数は2本であるが、これに限らない。例えば、1～3本のレール部を有してもよいし、ABSはレール部を持たない平面であってもよい。また、浮上特性改善等のために、ABSに種々の幾何学的形状が付されることもある。本発明による磁気ヘッドは、いずれのタイプのスライダを有していてもよい。

【0059】第1の実施の形態では、保護膜4はレール部11、12の表面にのみ設けられ、保護膜4の表面がABSを構成している。もっとも、保護膜4は、スライダ1の磁気記録媒体対向面の全面に設けてよい。また、保護膜4を設けることが好ましいが、必ずしも保護膜4を設ける必要はない。

【0060】GMR素子2及び誘導型磁気変換素子3は、図1に示すように、レール部11、12の空気流出端部TRの側に設けられている。記録媒体移動方向は、図中のX軸方向と一致しており、磁気記録媒体が高速移動した時に動く空気の流出方向と一致する。空気は流入端部LEから入り、流出端部TRから流出する。スライダ1の空気流出端部TRの端面には、GMR素子2に接続されたボンディングパッド5a、5b及び誘導型磁気変換素子3に接続されたボンディングパッド5c、5dが設けられている。

【0061】GMR素子2及び誘導型磁気変換素子3は、図2及び図3に示すように、スライダ1を構成するセラミック基体15の上に設けられた下地層16の上に、積層されている。セラミック基体15は、通常、アルチック(Al₂O₃-TiC)又はSiC等で構成される。Al₂O₃-TiCを用いる場合、これは導電性があるので、下地層16として、例えばAl₂O₃からなる絶縁膜が用いられる。下地層16は、場合によっては設けなくてもよい。

【0062】GMR素子2は、図4に示すように、下地層16上に形成された下部電極21と、下部電極21の

上側（基体15と反対側）に形成された上部電極28と、電極21、28間に下部電極21側から順に積層された、下部金属層22、ピン層23、ピン層24、非磁性層25、フリー層26、及び、上部金属層（キャップ層）27とを、備えている。

【0063】第1の実施の形態では、下部電極21及び上部電極28は、下部磁気シールド及び上部磁気シールドとしてそれぞれ兼用されている。電極21、28は、例えば、NiFeなどの磁性材料で形成されている。図面には示していないが、これらの電極21、28は、前述したボンディングパッド5a、5bにそれぞれ電気的に接続されている。なお、下部電極21及び上部電極28とは別に、下部磁気シールド及び上部磁気シールドを設けてもよいことは、言うまでもない。

【0064】下部金属層22は、導電体となっており、例えば、基体16側から順に積層されたTa層及びNiFe層の積層体などで構成される。ピン層24及びフリー層26は、それぞれ強磁性層で構成され、例えば、Fe、Co、Ni、FeCo、NiFe、CoZrNb又はFeCoNiなどの材料で形成される。ピン層23は、反強磁性層で構成され、例えば、PtMn、IrMn、RuRhMn、FeMn、NiMn、PdPtMn、RhMn又はCrMnPtなどのMn系合金で形成することが好ましい。ピン層24は、ピン層23との間の交換結合バイアス磁界によってその磁化方向が所定方向に固定されている。一方、フリー層26は、基本的に磁気情報である外部磁場に応答して自由に磁化の向きが変わらようになっている。非磁性層25は、例えば、Cu、Au又はAgなどの材料で形成される。

【0065】上部金属層27の材料は、(a)低抵抗であること、(b)酸化し難いこと、(c)酸化しても抵抗が低いこと、という観点で、選ぶことが好ましい。このような観点から、上部金属層27は、例えば、Ru、Rh、Os、W、Pd、Pt、Cu又はAgの単体、又は、これらのいずれか2種以上の組み合わせからなる合金、を用いた、単層膜又は多層膜で形成することが好ましい。上部金属層27を低抵抗の材料で構成し、その厚さを薄くすれば、GMR素子2全体として得られる実際上のMR比を高めることができる。

【0066】第1の実施の形態では、図4に示すように、ピン層24、非磁性層25、フリー層26及び上部金属層27の平面視の大きさは、所望のトラック幅TW及びMRハイトに従って規定されている。すなわち、第1の実施の形態では、ピン層24、非磁性層25、フリー層26及び上部金属層27は、電極21、28間において膜面と略々垂直な方向に電流が流れる膜面方向の有効領域と実質的に重なる領域のみに、形成されている。換言すれば、第1の実施の形態では、ピン層24、非磁性層25、フリー層26及び上部金属層27が、前記有効領域を規定している。もっとも、ピン層

24、非磁性層25、フリー層26及び上部金属層27のうちのいずれか1つ以上は、前記有効領域と実質的に重なる領域以外の領域にも延在していてもよい。このような例として、後述する第3及び第4の実施の形態を挙げることができる。

【0067】一方、第1の実施の形態では、ピン層23は、図2乃至図4に示すように、前記有効領域と実質的に重なる領域に所定の厚さで形成されるとともに、前記有効領域と実質的に重ならない領域に、前記所定厚さと実質的に同じ厚さで、前記有効領域と実質的に重なる領域から連続して形成されている。ピン層23の下面は、全面的に、下部金属層22を介して電極21の上面に電気的に接触している。下部金属層22を設けずに、ピン層23の下面を電極21の上面に直接電気的に接触させることも可能である。

【0068】図3及び図4に示すように、フリー層26のZ軸方向の両側には、磁区制御のためのバイアス磁界を付与するバイアス層(磁区制御層)としての硬磁性層を含む層31、32が形成されている。これらの層31、32の下側及び層24～27の側には、Al₂O₃などからなる絶縁層33、34が形成されている。また、図面には示していないが、層31、32は、その一部を構成する最上層としてAl₂O₃などからなる絶縁層をそれぞれ有している。これにより、層31、32は他の層と電気的に絶縁されている。層31、32が含む硬磁性層は、例えば、Cr/CoPt(コバルト白金合金)、Cr/C_oCrPt(コバルトクロム白金合金)、TiW/C_oPt、TiW/C_oCrPtなどの材料で形成される。

【0069】図2に示すように、ピン層23と上部電極28との間には、硬磁性層を含む層31、32及びGMR素子2を構成する層24～27が形成されていない領域において、ギャップ層としての絶縁層35が形成されている。絶縁層35は、例えば、Al₂O₃、SiO₂、MgO又はTiO₂などの材料で形成される。

【0070】誘導型磁気変換素子3は、図2及び図3に示すように、当該素子3に対する下部磁性層としても兼用される前記上部電極28、上部磁性層36、コイル層37、アルミナ等からなるライトギャップ層38、ノボラック樹脂等の有機樹脂で構成された絶縁層39及びアルミナ等からなる保護層40などを有している。磁性層36の材質としては、例えば、NiFe又はFeNなどが用いられる。下部磁性層としても兼用された上部電極28及び上部磁性層36の先端部は、微小厚みのアルミナなどのライトギャップ層38を隔てて対向する下部ポール部28a及び上部ポール部36aとなっており、下部ポール部28a及び上部ポール部36aにおいて磁気記録媒体に対して情報の書き込みを行なう。下部磁性層としても兼用された上部電極28及び上部磁性層36は、そのヨーク部が下部ポール部28a及び上部ポール

部36aとは反対側にある結合部41において、磁気回路を完成するように互いに結合されている。絶縁層39の内部には、ヨーク部の結合部41のまわりを渦巻状にまわるように、コイル層37が形成されている。コイル層37の両端は、ボンディングパッド5c、5dに電気的に接続されている。コイル層37の巻数及び層数は任意である。また、誘導型磁気変換素子3の構造も任意でよい。

【0071】次に、第1の実施の形態による磁気ヘッドの製造方法の一例について、説明する。

【0072】まず、ウエハ工程を行う。すなわち、基体1となるべきAl₂O₃-TiC又はSiC等のウエハ101を用意し、薄膜形成技術等を用いて、ウエハ101上のマトリクス状の多数の磁気ヘッドの形成領域にそれぞれ、前述した各層を前述した構造となるように形成する。

【0073】このウエハ工程の概要について、図5乃至図8を参照して説明する。図5乃至図8はウエハ工程を構成する各工程を模式的に示す図であり、図5(a)、図6(a)、図7(a)、図8(a)はそれぞれ概略平面図である。図5(b)は図5(a)中のB-C線に沿った概略断面図、図6(b)は図6(a)中のB-C線に沿った概略断面図、図7(b)は図7(a)中のD-E線に沿った概略断面図、図8(b)は図8(a)中のD-E線に沿った概略断面図である。なお、図6(a)において、TWは、GMR素子2が規定するトラック幅を示す。

【0074】ウエハ工程では、まず、ウエハ101上に、下地層16、下部電極21、下部金属層22、ピン層23、ビンド層24、非磁性層25、フリー層26、上部金属層27を、順次積層する(図5)。このとき、下部電極21は例えめっき法により形成し、他の層は例えばスパッタ法で形成する。

【0075】次に、第1のイオンミリングにより、トラック幅TWを規定するべく、ビンド層24、非磁性層25、フリー層26及び上部金属層27を部分的に除去する。このとき、第1のイオンミリングのストップ位置が重要である。すなわち、第1のイオンミリングは、その除去深さがビンド層24とピン層23との境界となる位置で停止させる。つまり、第1のイオンミリングは、理想的には、深さ方向に関して、ビンド層24までを完全に除去するが、ピン層23を全く除去しない位置で、停止させる。このようなストップ位置は、例えば、SIMS(Secondary Ion-microprobe Mass Spectrometer、2次イオン質量分析計)によってミリング中に出てくる物質をモニタすることにより、適切に設定することができる。そして、第1のイオンミリングの後、リフトオフ法を用いて、第1のイオンミリングにより除去した部分に、絶縁層33、34及び硬磁性層を含む層31、32を形成する(図6)。

15

【0076】次いで、第2のイオンミリングにより、G MR素子2のハイト方向に関して、ピンド層24、非磁性層25、フリー層26及び上部金属層27を、最終形状に合わせてバーニングする(図7)。この第2のイオンミリングのストップ位置も重要である。第2のイオンミリングも、理想的には、深さ方向に関して、ピンド層24を完全に除去するが、ピンド層23を全く除去しない位置で、停止させる。その後、絶縁層35を形成し、リフトオフ法によりこれをバーニングする(図7)。

【0077】その後、図7に示す状態のウエハ101上に、上部電極28をめっき法等により形成する(図8)。

【0078】最後に、ギャップ層38、コイル層37、絶縁層39、上部磁性層36及び保護膜40を形成し、更にボンディングパッド5a～5d等を形成する。これにより、ウエハ工程が完了する。

【0079】次に、ウエハ工程後が完了したウエハに対して、公知の工程を経て磁気ヘッドを完成させる。簡単に説明すると、前記ウエハから、基体上に複数の磁気ヘッドの部分が一列状に配列された各バー(バー状磁気ヘッド集合体)切り出す。次いで、このバーに対して、スロートハイト、MRハイト等を設定するために、そのABS側にラッピング処理(研磨)を施す。その後、必要に応じて、スマーテ除去のために、ラッピング処理後のバーのABS側の面をエッチングする。次に、ABS側に保護膜4を形成し、更に、エッチング等によりレール11、12を形成する。最後に、機械加工により切断してバーを個々の磁気ヘッドに分離する。これにより、第1の実施の形態による磁気ヘッドが完成する。

【0080】第1の実施の形態では、電極21、28が磁気抵抗効果層(ピンド層23、ピンド層24、非磁性層25、フリー層26)に対して、前述したように配置されているため、CPP構造が実現される。したがって、CIP構造の狭リードギャップ化において深刻な問題となっている、磁気シールド-素子間ショート(絶縁不良)が本質的に生じない。

【0081】また、第1の実施の形態では、磁気抵抗効果層は、前述したように配置された非磁性層25、フリー層26、ピンド層24及びピンド層23を含んでいるので、いわゆるスピナバルブ膜を構成している。したがって、TMR素子に比べて低抵抗化を図ることができる。

【0082】そして、第1の実施の形態では、前述したように、ピンド層23は、図2乃至図4に示すように、前記有効領域と実質的に重なる領域に所定の厚さで形成されるとともに、前記有効領域と実質的に重ならない領域に、前記所定厚さと実質的に同じ厚さで、前記有効領域と実質的に重なる領域から連続して形成されている。このように、ピンド層23が形成される領域は前記有効領域から広がっているため、その広がった分だけセンス電流が流れるバスが拡大し、電極21、28の間に流れるセ

16

ンス電流に対するピンド層23の抵抗値が小さくなる。特に、第1の実施の形態では、ピンド層23は、前記有効領域と重ならない領域の厚さも前記有効領域と重なった領域の厚さと同じ厚さであるとともに、ピンド層23の下面は、全面的に、下部金属層22を介して電極21の上面に電気的に接触しているので、ピンド層23が实际上電極の一部として作用することになる。したがって、センス電流に対するピンド層23の抵抗値を小さくすることができる。このように、第1の実施の形態によれば、センス電流に対するピンド層23の抵抗値が大幅に低減され、ひいては電極21、28間の素子全体の固定的な抵抗値が低減される。したがって、第1の実施の形態によれば、電極21、28間の素子全体として得られる实际上のMR比($=\Delta R/R$)の分母Rが小さくなり、实际上のMR比が高まる。

【0083】ところで、実際の素子の出力は、 ΔR とセンス電流 I_s との積 $I_s \times \Delta R$ の値が重要となる。したがって、实际上のMR比($=\Delta R/R$)の分母Rを小さくすることでそのMR比を向上させるだけでは、素子の出力を向上させることはできない。しかし、第1の実施の形態の構造を採用してRを小さくした上で、前記有効領域の面積を狭く構成すれば、R及び ΔR は前記有効領域の面積にはほぼ反比例することから、向上したMR比を維持したまま ΔR も高めることができる。このように、第1の実施の形態によれば、例えば、単に有効領域の面積を狭めるだけで、素子のMR比と出力を高めることができる。

【0084】したがって、第1の実施の形態によれば、狭トラックにおいても高出力信号を得ることができ高記録記録密度化を図ることができる。

【0085】【第2の実施の形態】

【0086】図9は、本発明の第2の実施の形態による磁気ヘッドの要部を模式的に示す概略断面図であり、図4に対応している。図9において、図4中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付し、その重複する説明は省略する。

【0087】図9と図4との比較からわかるように、第2の実施の形態が前記第1の実施の形態と異なる所は、前記有効領域と実質的に重ならない領域のピンド層23の厚さが、前記有効領域と実質的に重なった領域のピンド層23の厚さより薄くなっている点のみである。このような構造は、例えば、前記第1の実施の形態による磁気ヘッドの製造方法において述べた、前記第1及び第2のイオンミリングのストップ位置を、深さ方向に関して、ピンド層23の一部までを除去するように設定することによって、得ることができる。

【0088】第2の実施の形態によれば、第1の実施の形態と比べれば、センス電流に対するピンド層23の抵抗値が若干大きくなっているが、実際上のMR比が若干低下するが、基本的に第1の実施の形態と同様の利点が得られ

る。

【0089】なお、前記有効領域と実質的に重ならない領域のピン層23の厚さが薄くなければなるほど、センス電流に対するピン層23の抵抗値が高くなつて実際上のMR比が低下するので、前記有効領域と実質的に重ならない領域のピン層23の厚さは、非磁性層と重なつた領域のピン層23の厚さの30%以上であることが好ましく、50%以上であることがより好ましく、70%以上であることがより一層好ましい。

【0090】[第3の実施の形態]

【0091】図10は、本発明の第3の実施の形態による磁気ヘッドの要部を模式的に示す概略断面図であり、図4に対応している。図10において、図4中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付し、その重複する説明は省略する。

【0092】図10と図4との比較からわかるように、第3の実施の形態が前記第1の実施の形態と異なる所は、ピン層24及び非磁性層25が、前記有効領域と実質的に重ならない領域にも、前記有効領域と実質的に重なる領域と実質的に同じ厚さで、前記有効領域と実質的に重なる領域から連続して形成されている点のみである。したがって、第3の実施の形態では、フリー層26及び上部金属層27が、前記有効領域を規定している。このような構造は、例えば、前記第1の実施の形態による磁気ヘッドの製造方法において述べた、前記第1及び第2のイオンミリングのストップ位置を、深さ方向に関して、非磁性層25とフリー層26との境界となるように設定することによって、得ることができる。

【0093】第3の実施の形態によつても、第1の実施の形態と同様の利点が得られる。

【0094】[第4の実施の形態]

【0095】図11は、本発明の第4の実施の形態による磁気ヘッドの要部を模式的に示す概略断面図であり、図4に対応している。図11において、図4中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付し、その重複する説明は省略する。

【0096】図11と図4との比較からわかるように、第4の実施の形態が前記第1の実施の形態と異なる所は、(a)ピン層24が、前記有効領域と実質的に重ならない領域にも、前記有効領域と実質的に重なる領域と実質的に同じ厚さで、前記有効領域と実質的に重なる領域から連続して形成されている点と、(b)非磁性層25が、前記有効領域と実質的に重ならない領域にも、前記有効領域と実質的に重なる領域の厚さより薄い厚さで、前記有効領域と実質的に重なる領域から連続して形成されている点のみである。したがって、第4の実施の形態では、フリー層26、上部金属層27、及び非磁性層25の厚さの厚い部分が、前記有効領域を規定している。このような構造は、例えば、前記第1の実施の形態による磁気ヘッドの製造方法において述べた、前記第1

及び第2のイオンミリングのストップ位置を、深さ方向に関して、非磁性層25の一部までを除去するように設定することによって、得ることができる。

【0097】第4の実施の形態によつても、第1の実施の形態と同様の利点が得られる。

【0098】[第5の実施の形態]

【0099】図12は、本発明の第5の実施の形態による磁気ヘッドの要部を模式的に示す概略断面図であり、図4に対応している。図12において、図4中の要素と

同一又は対応する要素には同一符号を付し、その重複する説明は省略する。

【0100】図12と図4との比較からわかるように、第5の実施の形態が前記第1の実施の形態と異なる所は、フリー層26と上部金属層27との間に、前記有効領域と実質的に重なる領域のみに渡つて、フリー層26と上部金属層27との間が完全には電気的に絶縁されない程度に薄い絶縁層60が、形成されている点のみである。薄い絶縁層60の材料は、特に限定されるものではないが、酸化物又は窒化物で形成することが好ましい。

20 薄い絶縁層60の厚さは、該絶縁層60の上下の層の間が完全に電気的に絶縁されない程度の厚さとされ、例えば、1nm以下にすることができる。

【0101】薄い絶縁層60のような薄い層は、いわば不完全な層であり、ピンホール等が略々一様に形成された層をモデルとして説明し得る。したがつて、薄い絶縁層60は、上部金属層27とフリー層26との間に流れれるセンス電流のバスの面積を実効的に低減させ、前記有効領域の面積を実際には狭めることなく、前記有効領域の面積を狭めたのと同様の効果が得られる。すなわち、

30 薄い絶縁層60は、向上したMR比を維持したまま前記△Rを増大させる作用を担う。このため、第5の実施の形態によれば、前記第1の実施の形態と同様に、狭トラックにおいても高出力信号を得ることができ、高記録記録密度化を図ることができる。

【0102】このように、第5の実施の形態によつても前記第1の実施の形態と同様の利点が得られる。しかしながら、前記有効領域の面積を狭めるにしても製造上の限界がある。これに対し、第5の実施の形態によれば、前記有効領域の面積を狭めなくても、向上したMR比を維持したまま前記△Rを増大させることができるので、そのような製造上の限界にもかかわらずに、所望の程度まで、向上したMR比を維持したまま前記△Rを増大させることができる。

【0103】なお、第5の実施の形態による磁気ヘッドは、例えば、前記第1の実施の形態による磁気ヘッドの製造方法において、図5に示すような工程において各層16、21～27を順次積層する代わりに、各層16、21～26、60、27を順次積層し、前記第1及び第2のイオンミリングにおいて、層24～27と共に層60もミリングすることにより、製造することができる。

なお、層60の形成は、例えば、スパッタ法などにより行うことができる。

【0104】ところで、第5の実施の形態では、薄い絶縁層60は、フリー層26と上部金属層27との間に形成されている。しかしながら、本発明では、これに限定されるものではなく、薄い絶縁層60は、電極21、28間に介在する少なくとも1つの層の少なくとも一方側の面と当該面に對向する隣接層の対向面との間に、形成してもよい。例えば、薄い絶縁層60は、層21、22間、層22、23間、層23、24間、層24、25間、層25、26間、層26、27間、及び、層27、28間のうちの、いずれか1箇所以上に形成してもよい。また、例えば、層22～27のいずれかが複数層（複数の構成層）を積層したものである場合には、薄い絶縁層60は、当該複数の構成層のうちの2つの層間に形成してもよい。もっとも、薄い絶縁層60は、ビンド層24、非磁性層25及びフリー層26のうちのいずれかの層のいずれか1つの構成層の上面又は下面に形成することが、好ましい。このような位置に薄い絶縁層60を配置すると、薄い絶縁層60がセンス電流のバスを調整する機能がより發揮されるからである。

【0105】また、前記第5の実施の形態では、薄い絶縁層60は、前記有効領域と実質的に重なる領域のみに渡って形成されている。しかしながら、本発明では、薄い絶縁層60は、前記有効領域と実質的に重なる領域以外の領域にも延在していてもよい。例えば、図12において薄い絶縁層60を層23、24間に形成する場合、この薄い絶縁層60は、層33、34と層23との間に延在させてもよい。

【0106】なお、前述した第2乃至第4の実施の形態においても、図12中の薄い絶縁層60に相当する薄い絶縁層を設けてもよいことは、言うまでもない。

【0107】[第6の実施の形態]

【0108】図13は、本発明の第6の実施の形態による磁気ヘッドの要部を模式的に示す概略断面図であり、図4に対応している。図13において、図4中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付し、その重複する説明は省略する。

【0109】第6の実施の形態が第1の実施の形態と異なる所は、主に、以下に説明する点のみである。すなわち、第6の実施の形態では、図4中の上部金属層27が取り除かれ、その代わりに、フリー層26と上部電極28との間に、フリー層26側から順に、非磁性層125、ビンド層124、ビン層123及び上部金属層127が形成されている。非磁性層125及びビンド層124は、ビンド層24、非磁性層25及びフリー層26と同様に、前記有効領域と実質的に重なる領域のみに形成されている。一方、ビン層123及び上部金属層127は、ビン層23及び下部金属層22と同様に、前記有効領域と実質的に重なる領域に所定の厚さで形成されると

ともに、前記有効領域と実質的に重ならない領域に、前記所定厚さと実質的に同じ厚さ（前記所定厚さより薄い厚さでもよい。）で、前記有効領域と実質的に重なる領域から連続して形成されている。また、ビン層123の上面は、全面的に、上部金属層127を介して電極28の下面に電気的に接触している。なお、層123～125はそれぞれ層23～25と同じ材料で形成し得ることは、言うまでもない。また、上部金属層127は、例えば、図4中の上部金属層27と同じ材料で形成することができる。

【0110】第6の実施の形態では、層23～26、123～125によりデュアルタイプのスピナブルプ膜が構成されているが、ビン層23、123が広がっているので、前記第1の実施の形態と同様に、センス電流に対するビン層23、123の抵抗値が低減され、電極21、28間の素子全体として得られる実際上のMR比が高まる。なお、本発明では、ビン層23、123のいずれか一方を、非磁性層25と実質的に重なる領域のみに形成しておいてもよい。

【0111】なお、本発明では、前記第1の実施の形態を変形して前記第2乃至第5の実施の形態をそれぞれ得たとの同様に、第6の実施の形態を変形することができる。

【0112】[第7の実施の形態]

【0113】図14は、本発明の第7の実施の形態によるヘッドサスペンションアセンブリを示す磁気記録媒体対向面側から見た概略平面図である。

【0114】第7の実施の形態によるヘッドサスペンションアセンブリは、磁気ヘッド71と、磁気ヘッド71が先端部付近に搭載され磁気ヘッド71を支持するサスペンション72と、を備えている。磁気ヘッド71として、前述した第1乃至第6の実施の形態並びにそれらの変形例に係るいずれかの磁気ヘッドが、用いられている。図14では、磁気ヘッド71の構成要素としてスライダ1（図1も参照）のみを示している。

【0115】サスペンション72は、磁気ヘッド71のスライダ1が装着されるフレクシャ73と、フレクシャ73を支持し磁気ヘッド71のスライダ1に押圧力（荷重）を付与するロードビーム74と、ベースプレート75と、を有している。

【0116】フレクシャ73は、図面には示していないが、先端側から基端側にかけて、帯状に延びた薄いステンレス鋼板等からなる基板と、該基板上に形成されたポリイミド層等からなる絶縁層と、該絶縁層上に形成された信号入出力用の4本の導体パターン81a～81dと、これらの上に形成されたポリイミド層等からなる保護層と、から構成されている。導体パターン81a～81dは、フレクシャ73の長さ方向にはほぼその全長に渡って形成されている。

【0117】フレクシャ73の先端部には、平面視で略

21

タコ字状の抜き溝82が形成されることによりジンバル部83が構成され、ジンバル部83に磁気ヘッド71のスライダ1が接着剤等により接合されている。フレクシヤ73には、スライダ1に設けられたポンディングパッド5a～5d(図1参照)と近接する箇所において、導体パターン81a～81dの一端部がそれぞれ電気的に接続された4つのポンディングパッドが、それぞれ形成されている。これらのポンディングパッドは、金ボール等によりスライダ1のポンディングパッド5a～5dにそれぞれ電気的に接続されている。また、フレクシヤ73の基端側には、導体パターン81a～81dの他端部がそれぞれ電気的に接続された外部回路接続用のポンディングパッド84a～84dが、形成されている。

【0118】ロードビーム74は、比較的厚いステンレス鋼板等によって形成されている。ロードビーム74は、先端側の平面視で略三角形状の剛性部74aと、基端側のベースプレート接合部と、剛性部74aと前記接合部との間に位置し磁気ヘッド71のスライダ1に付与する押圧力を発生させる弾性部74bと、前記接合部から側方に延在しフレクシヤ74の基端側部分を支持する支持部74cと、を有している。図14において、74dは剛性部74aの剛性を高めるための折り曲げ起立部、74eは弾性部74bが発生する押圧力を調整する穴である。ロードビーム74の剛性部74aには、フレクシヤ73が、レーザ溶接等による複数のスポット溶接点91で固定されている。また、ロードビーム74の前記接合部には、ベースプレート75が、複数のスポット*

22

*溶接点92で固定されている。フレクシヤ73の基端側部分は、ベースプレート75から側方にはみ出したロードビーム74の支持部74cにより、支持されている。【0119】第7の実施の形態では、磁気ヘッド71として、前述した第1乃至第6の実施の形態並びにそれらの変形例に係るいずれかの磁気ヘッドが、搭載されているので、第7の実施の形態によるヘッドサスペンションアセンブリを磁気ディスク装置等に用いれば、当該磁気ディスク装置等の高記録密度化を図ることができる。

10 【0120】

【実施例】前記第1の実施の形態による磁気ヘッドで採用されているGMR素子2と同様の構成を持つGMR素子を、実施例1のサンプルとして作製した。

【0121】実施例1のサンプルの構造は図15に示す通りであり、その主要な各層の構成は、下記の表1に示す通りとした。なお、ウエハ101としてアルチックを用い、下地層としてAl₂O₃層を用いた。図15は実施例1のサンプルを模式的に示す図であり、図15(a)はその概略平面図、図15(b)は図15(a)

20 中のF-G線に沿った概略断面図である。図15(a)中のH-J線に沿った断面も、図15(b)と同一となる。図15において、図1乃至図8中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付し、その重複する説明は省略する。

【0122】

【表1】

層の名称と 図中の符号	層の構成と膜厚 (2層以上の場合、左側に記載した層が下側(基板側)の層)
上部電極28 (上部磁気 シールド兼用)	NiFe(2μm)
絶縁層200	Al ₂ O ₃ (50nm)
上部金属層27	Rh(5nm)
フリー層26	CoFe(1nm)/NiFe(3nm)
非磁性層25	Cu(3nm)
ピンド層24	CoFe(2nm)/Ru(0.8nm)/CoFe(3nm)
ピン層23	PtMn(15nm)
下部金属層22	Ta(5nm)/NiFe(2nm)
下部電極21 (下部磁気 シールド兼用)	NiFe(2μm)

【0123】実施例1のサンプルの構造が、図1乃至図8に示すGMR素子の構造と異なる所は、主に、硬磁性※50層24～27を取り囲むように絶縁層200を形成した

※層を含む層31、32及び絶縁層33～35に代えて、層24～27を取り囲むように絶縁層200を形成した

点である。

【0124】実施例1のサンプルは、以下に説明する方法で作製した。この作製方法について、図18及び図19を参照して説明する。図18(a)、図19(a)はそれぞれ概略平面図である。図18(b)は図18(a)中のF-G線に沿った概略断面図、図19(b)は図19(a)中のF-G線に沿った概略断面図である。

【0125】まず、ウエハ101上に、下地層16、下部電極21、下部金属層22、ピン層23、ピンド層24、非磁性層25、フリー層26、上部金属層27を、順次積層した(図18)。このとき、下部電極21はめつき法により形成し、他の層はスパッタ法で形成した。

【0126】次に、イオンミリングにより、平面視で100nm×100nmの領域以外の領域のピンド層24、非磁性層25、フリー層26及び上部金属層27を除去した。このイオンミリングは、SIMSでモニタしながら、その除去深さがピンド層24とピン層23との境界となる位置で停止させて、深さ方向に関して、ピンド層24までを完全に除去するが、ピン層23を実質的に全く除去しなかった。つまり、層24～27と実質的に重ならない領域(以下、「広がり領域」という。)のピン層23の厚さは、層24～27と実質的に重なる領域(以下、「重なり領域」という。)の厚さと同じく、15nmとした(後述する表2参照)。

*

*【0127】次いで、絶縁層200を成膜し、リフトオフ法により絶縁層200の上部金属膜27上の部分を除去した(図19)。最後に、上部電極28をめつき法により形成し、図15に示す実施例1のサンプルを得た。

【0128】また、実施例1のサンプルに対して以下に説明する点のみを変え他は全く同一とした、実施例2のサンプル及び比較例のサンプルを、実施例1の作製方法を以下に説明する点のみを変えた作製方法で作製した。図16は、実施例2のサンプルを模式的に示す概略断面図である。図17は、比較例のサンプルを模式的に示す概略断面図である。図16及び図17は、図15(b)に対応している。

【0129】実施例1のサンプルでは、下記の表2に示すように、前述したようにピン層23の広がり領域の厚さも重なり領域の厚さと同じく15nmとした。これに対し、実施例2のサンプルでは、前記ミリングをピン層23の上面から3nm深く除去されるまで行い、広がり領域のピン層23の厚さを12nmとした。比較例のサンプルでは、前記ミリングをピン層23と下部金属層22との境界まで行い、従来技術と同様に、ピン層23の広がり領域をなくし、重なり領域のみにピン層23を残した。なお、表1中のピン層23の厚さは、重なり領域での厚さである。

【0130】
【表2】

サンプル	ピン層の広がり領域の厚さ	MR比
実施例1	15nm	7.52%
実施例2	12nm	5.01%
比較例	なし	1.45%

【0131】これらの各サンプルについて、±2kOeの磁場をそれぞれ印加し、電極21、28間に所定の電流を流して、電極21、28間の抵抗値を測定し、それらの測定結果から、素子全体として得られる実際上のMR比を算出した。各サンプルについて得られたMR比を、表2に示す。ピン層23の広がり領域がない場合に比べて、ピン層23の広がり領域がある場合には実際上のMR比が高まり、しかも、ピン層23の広がり領域の厚さが重なり領域の厚さより薄い場合に比べて、ピン層23の広がり領域の厚さが重なり領域の厚さと同じ場合の方が、MR比がより一層高まる、ことがわかる。

【0132】また、前記第5の実施の形態による磁気ヘッドを、

※
40 ピッドと同様の構成を持つ磁気ヘッドを、前記第5の実施の形態による磁気ヘッドの前述した製造方法(前記第1の実施の形態による磁気ヘッドの製造方法に対して、薄い絶縁層60に関連する変更を加えたもの)と同様の製造方法で、実施例3のサンプルとして作製した。その主要な各層の構成は、下記の表3に示す通りとした。また、このサンプルでは、GMR素子2のトラック幅TWを130nmとした。実施例3のサンプルのヘッド出力を測定したところ、2.3mVであり、高いヘッド出力が得られた。

【0133】
【表3】

層の名称と 図中の符号	層の構成と膜厚 (2層以上の場合、左側に記載した層が 下側(基板側)の層)
上部電極28 (上部磁気 シールド兼用)	NiFe(2μm)
絶縁層35	Al ₂ O ₃ (60nm)
硬磁性層 を含む層31,32	TiW(10nm)/CoPt(20nm)/Ta(3nm)/Al ₂ O ₃ (10nm)
絶縁層33	Al ₂ O ₃ (5nm)
上部金属層27	Rh(5nm)
薄い絶縁層60	Ta ₂ O ₅ (0.5nm)
フリー層26	CoFe(1nm)/NiFe(3nm)
非磁性層25	Cu(3nm)
ビンド層24	CoFe(2nm)/Ru(0.8nm)/CoFe(3nm)
ピン層23	PtMn(15nm)
下部金属層22	Ta(5nm)/NiFe(2nm)
下部電極21 (下部磁気 シールド兼用)	NiFe(2μm)

【0134】以上、本発明の各実施の形態及びその変形例並びに実施例について説明したが、本発明はこれらの例に限定されるものではない。

【0135】例えば、GMR膜構造でピン層(反強磁性層)が、非磁性層により下部(基板側)にある場合と上部(基板反対側)にある場合がある。いずれの場合であっても、本発明は適用し得る。

【0136】また、前述した各実施の形態等では、本発明による磁気抵抗効果素子(GMR素子)を磁気ヘッドに用いた例を挙げたが、本発明による磁気抵抗効果素子は他の種々の用途にも適用することができる。

【0137】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、スピナーバルブ膜を用いたCPP構造を持つ磁気抵抗効果素子でありながら、従来に比べて実際上のMR比を高めることができる磁気抵抗効果素子を提供することができる。

【0138】また、本発明によれば、このような磁気抵抗効果素子を用いることにより、狭トラックにおいても高出力信号を得ることができ高記録記録密度化を図ることができる、磁気ヘッドを提供することができる。

【0139】さらに、本発明によれば、磁気ディスク装置等の高記録密度化を図ることができるヘッドサスペンションアセンブリを提供することができる。

* 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態による磁気ヘッドを模式的に示す概略斜視図である。

30 【図2】図1に示す磁気ヘッドのGMR素子及び誘導型磁気変換素子の部分を模式的に示す拡大断面図である。

【図3】図2中のA-A'矢視概略図である。

【図4】図3中のGMR素子付近を更に拡大した拡大図である。

【図5】図1に示す磁気ヘッドの製造方法におけるウエハ工程を構成する一工程を模式的に示す図である。

【図6】図1に示す磁気ヘッドの製造方法におけるウエハ工程を構成する他の工程を模式的に示す図である。

40 【図7】図1に示す磁気ヘッドの製造方法におけるウエハ工程を構成する更に他の工程を模式的に示す図である。

【図8】図1に示す磁気ヘッドの製造方法におけるウエハ工程を構成する更に他の工程を模式的に示す図である。

【図9】本発明の第2の実施の形態による磁気ヘッドの要部を模式的に示す概略断面図である。

【図10】本発明の第3の実施の形態による磁気ヘッドの要部を模式的に示す概略断面図である。

【図11】本発明の第4の実施の形態による磁気ヘッドの要部を模式的に示す概略断面図である。

【図12】本発明の第5の実施の形態による磁気ヘッドの要部を模式的に示す概略断面図である。

【図13】本発明の第6の実施の形態による磁気ヘッドの要部を模式的に示す概略断面図であ

【図14】本発明の第7の実施の形態によるヘッドサスペンションシアセンブリを示す概略平面図である。

【図15】実施例1のサンプルを模式的に示す図である

【図16】実施例2のサンプルを模式的に示す概略断面図である

【図17】比較例のサンプルを模式的に示す概略断面図である。

【図18】実施例1のサンプルの製造方法の一工程を模式的に示す図である

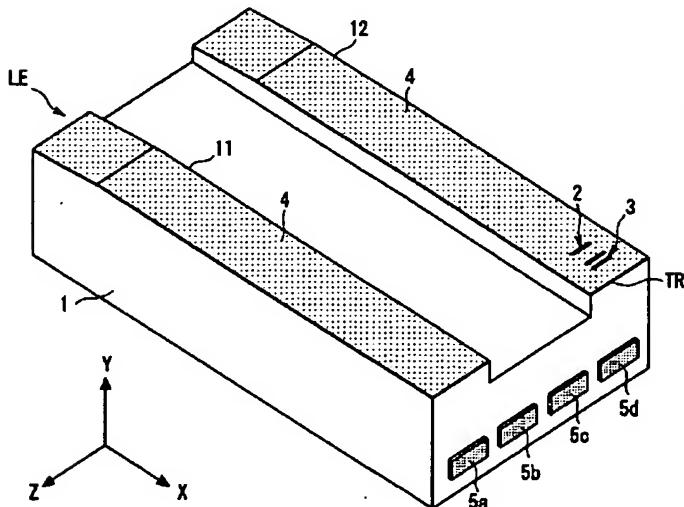
式的視界が開く。

【図19】実施例1のサンプルの製造方法の他の工程を模式的に示す図である。

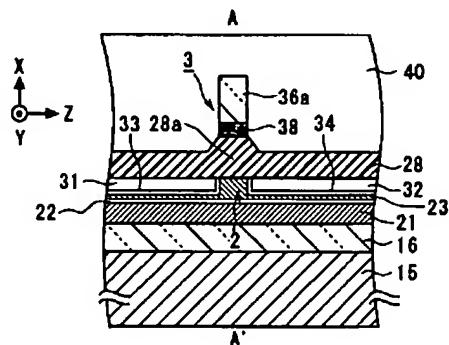
【符号の説明】

- 1 スライダ
- 2 GMR素子
- 3 誘導型磁気変換素子
- 21, 28 電極
- 22 下部金属層
- 23, 123 ピン層
- 10 24, 124 ビンド層
- 25, 125 非磁性層
- 26 フリー層
- 27, 127 上部金属層
- 60 薄い絶縁層

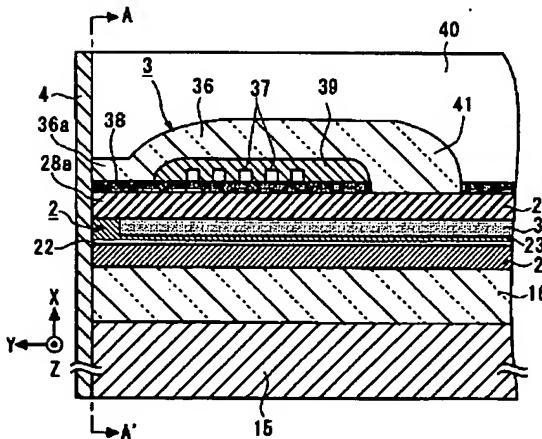
〔图1〕



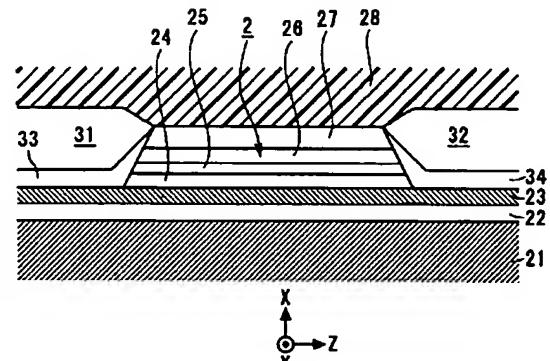
〔図3〕



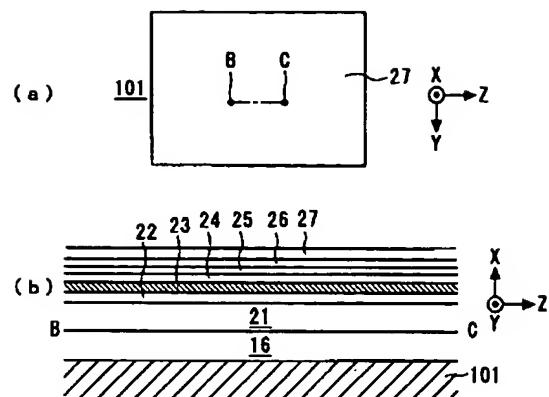
〔圖2〕



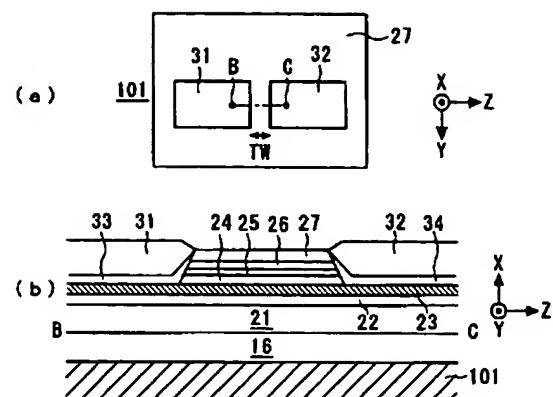
[図4]



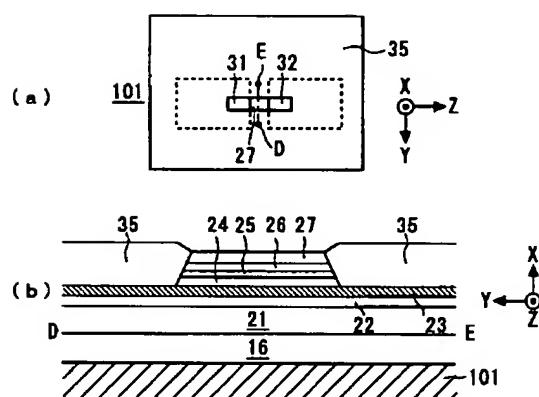
【図5】



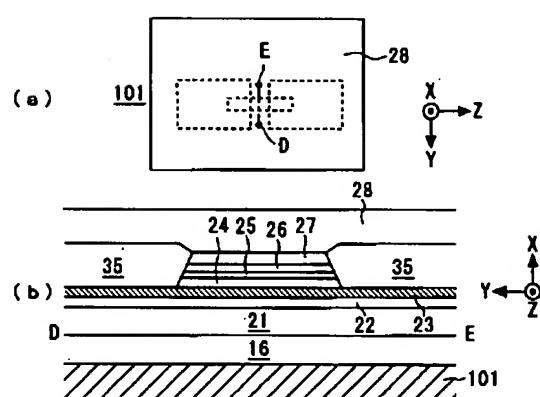
【図6】



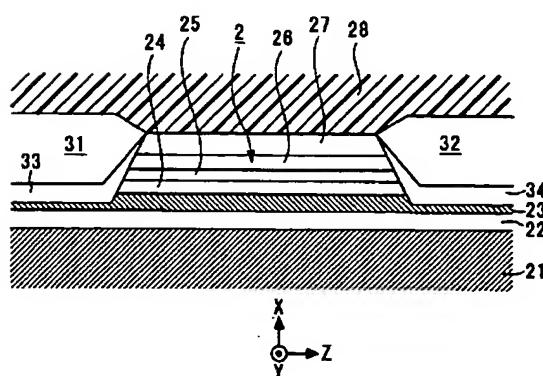
【図7】



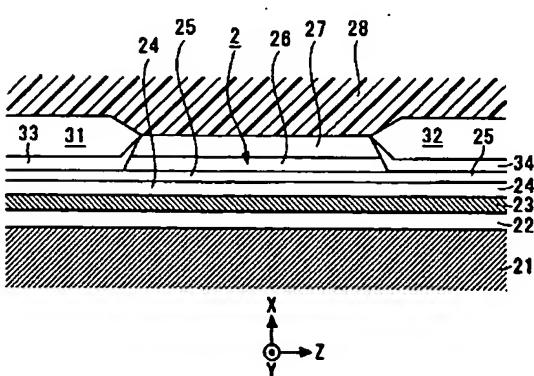
【図8】



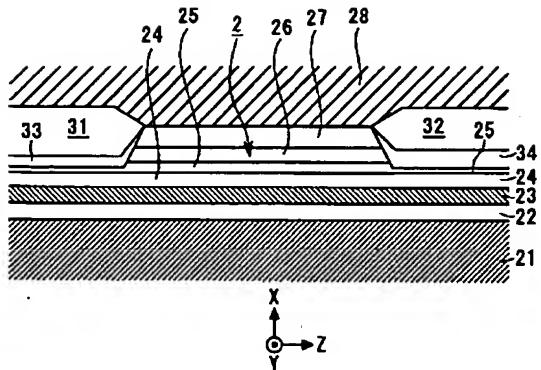
【図9】



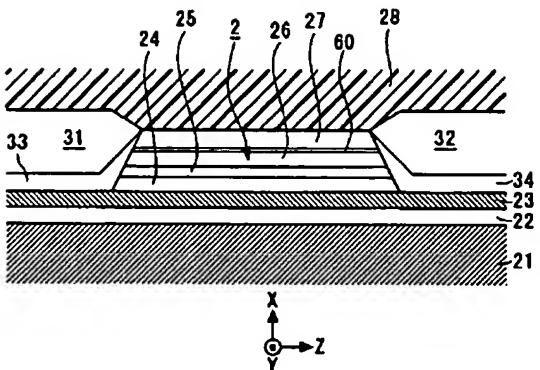
【図10】



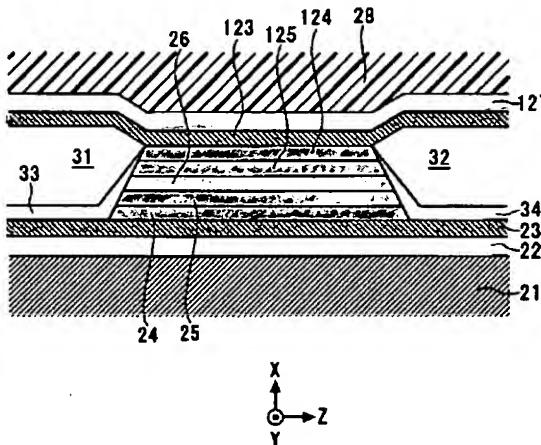
【図11】



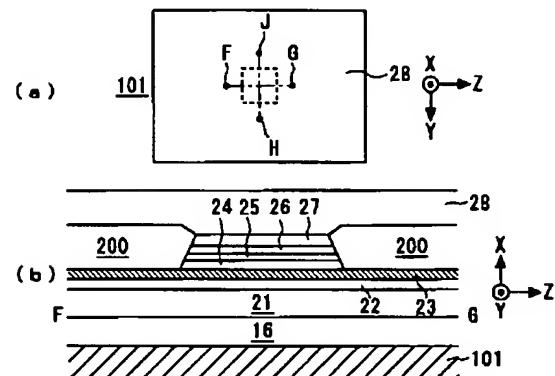
【図12】



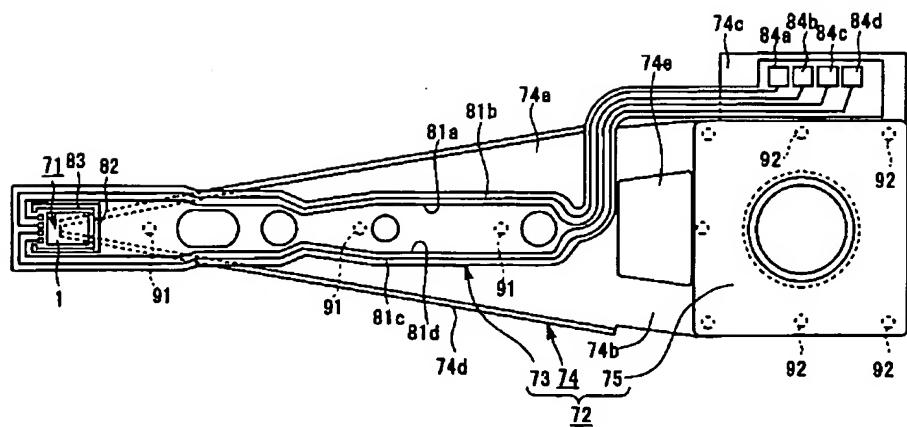
【図13】



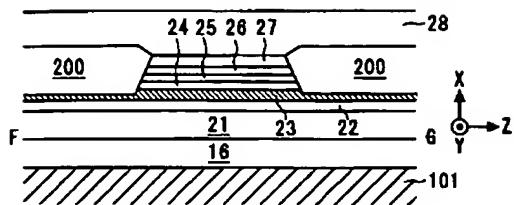
【図15】



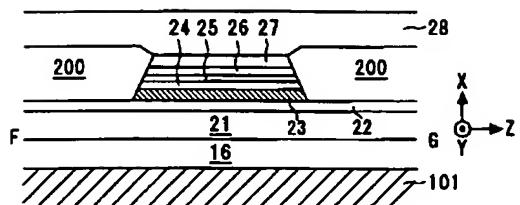
【図14】



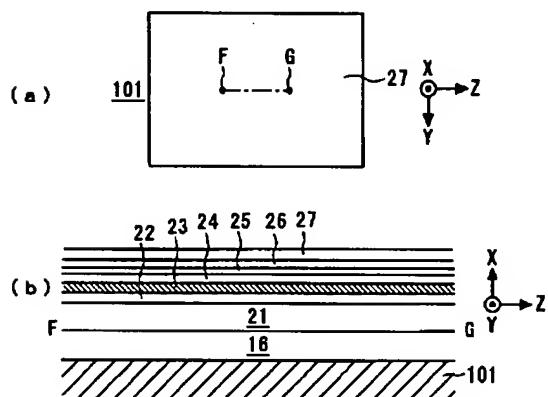
【図16】



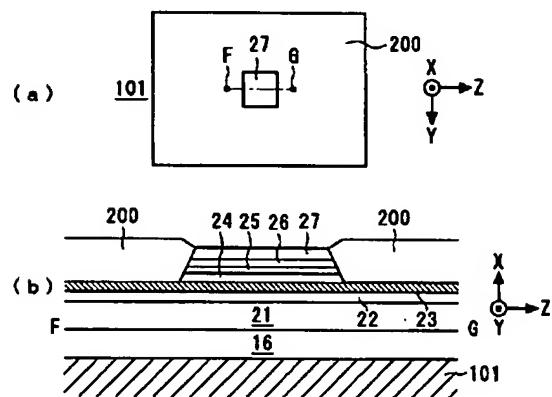
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 上杉 卓己
東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティ
一ディーケイ株式会社内

Fターム(参考) 2G017 AA01 AB07 AD55 AD65
5D034 BA03 CA00

[JP,2003-060262,A]
machine translation from

<http://www4.ipdl.ncipi.go.jp/Tokujitu/PAJdetail.ipdl?N0000=60&N0120=01&N20>

01=2&N3001=2003-060262

* NOTICES *

JPO and NCIPPI are not responsible for any damages caused by the use of this

translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may

not reflect the original precisely.

2. *** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the magnetic head and

the head suspension assembly which used this for the magneto-resistive

effect component list.

[0002]

[Description of the Prior Art] The head of high sensitivity and high power

is demanded with the mass miniaturization of a hard disk drive (HDD). To

the demand, the eager property improvement of the GMR head (Giant Magneto-Resistive Head) which is the present product is progressing, and

development of the tunnel magneto-resistive effect mold head (TMR head)

which can expect one twice [more than] the resistance rate of change of

a GMR head by one side is also performed energetically.

[0003] Head structures differ from the difference in the direction where a

GMR head and a TMR head generally pass a sense current. The head structure

of passing a sense current for the head structure of passing a sense current to parallel to a film surface like a general GMR head, vertically

to a film surface like CIP (Current In Plane) structure and a TMR head is

called CPP (Current Perpendicular to Plane) structure. Since the magnetic

shielding itself can be used for CPP structure as an electrode, the short

circuit between magnetic-shielding-components (poor insulation) which poses a serious problem in the formation of a ** lead gap of CIP structure

does not produce it in essence. Therefore, in a raise in recording density, CPP structure is very advantageous.

[0004] Although the TMR head which is the forerunner of a CPP structure

head attracts attention by the high MR ratio, it is faced with the big

problem of the reduction in resistance.

[0005] Since the spin bulb film which does not contain an insulator layer

in a magneto-resistive effect component is used for the CPP-GMR head that

on the other hand a magneto-resistive effect component uses the spin bulb

(SV) film currently used with CIP structure though it is CPP

structure,

the reduction in resistance is possible for it. The magneto-resistive effect component which has the CPP structure which used the spin bulb film

in the paper (the Magnetics Society of Japan, vol.25, No.4-2, pp.807-810,

2001) it is [the "GMR property of the CPP component using the spin bulb

film" by Nagasaka and others] entitled is indicated.

[0006] The cap layer formed between the up electrodes and lower electrodes

which constitute the spin bulb film from a conventional magneto-resistive

effect component with the CPP structure using such spin bulb film, the pin

layer, the pinned layer, the non-magnetic layer, and the free layer were

formed only in the field with which it laps mutually substantially, and

the magnitude of the direction of a film surface of each class was almost

the same, and far small compared with the area of an up electrode and a

lower electrode.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, although dramatically

excelled in the point that low resistance-ization can be attained compared

with a TMR component, with the conventional magneto-resistive effect component with the CPP structure using the spin bulb film, MR ratio when [

actual] obtained as the whole component between an up electrode and a

lower electrode was quite as low as about several %.

[0008] In addition, although the purport to which MR ratio becomes higher

is described by said paper, MR ratio which has made reference in said paper is not MR ratio when [actual] obtained as an up electrode and the

lower inter-electrode whole component but a MR ratio of only the part (namely, layered product of only a pinned layer, a non-magnetic layer, and

a free layer) which shows magnetic-reluctance change. That is, although

the pin layer, the cap layer, etc. exist in an up electrode and lower inter-electrode one, in said paper, reference is made about MR ratio which

does not take into consideration the effect of these fixed resistance components. For this reason, MR ratio mentioned in said paper is high seemingly.

[0009] This invention was made in view of such a situation, and though it

is a magneto-resistive effect component with the CPP structure using the

spin bulb film, it aims at offering the magneto-resistive effect component.

which can raise MR ratio on actual compared with the former.

[0010] Moreover, this invention aims at offering the magnetic head which

can acquire a high power signal also in a narrow track, and can attain

high record recording density-ization by using such a magneto-resistive

effect component.

[0011] Furthermore, this invention aims at offering the head suspension

assembly which can attain high recording density-ization of a magnetic

disk drive etc.

[0012]

[Means for Solving the Problem] in order to solve said technical problem

-- the 1st voice of this invention -- as for the 1st electrode formed in

one field side of a base, and said base of said 1st electrode, the magneto-resistive effect component depended like is equipped with the 2nd

electrode formed in the opposite hand, as for the magneto-resistive effect

layer formed in the opposite hand, and said 1st electrode of said magneto-resistive effect layer. And as for a non-magnetic layer, the free

layer formed in one field side of said non-magnetic layer, the pinned layer formed in the field side of another side of said non-magnetic layer,

and said non-magnetic layer of said pinned layer, said magneto-resistive

effect layer contains the pin layer formed in the opposite side. moreover,

said pin layer -- between said 1st electrode and said 2nd electrode --

setting -- a film surface and ****, while being formed in the field which

laps with the service area of the direction of a film surface where a current flows in the vertical direction substantially by predetermined

thickness the field which does not lap with said service area substantially -- said -- given thickness -- ** -- substantial -- the same.

thickness -- or said given thickness halfbeak -- it is continuously formed

by thin thickness from said field with which it laps substantially.

Said

1st and 2nd electrodes may serve as the magnetic-shielding layer. [0013] In this 1st mode, since it is arranged as the 1st and 2nd electrodes mentioned above to the magneto-resistive effect layer, CPP structure is realized. Therefore, the short circuit between magnetic-shielding-components (poor insulation) which poses a serious problem in the formation of a ** lead gap of CIP structure does not arise

in essence.

[0014] Moreover, since the magneto-resistive effect layer contains the

non-magnetic layer arranged as mentioned above, the free layer, the pinned

layer, and the pin layer, it constitutes the so-called spin bulb film from

said 1st mode. Therefore, low resistance-ization can be attained compared

with a TMR component.

[0015] and the field which a pin layer is not only formed in the field

which laps with said service area substantially by predetermined thickness

in said 1st mode, but does not lap with said service area substantially --

said -- given thickness -- ** -- substantial -- the same thickness -- or

said given thickness halfbeak -- it is thin thickness and is continuously

formed from said field with which it laps substantially. Thus, since the

field in which a pin layer is formed spreads out from said service area,

the pass with which a sense current flows expands only the spreading part,

and the resistance of the pin layer to the sense current which flows between the 1st and 2nd electrodes becomes small. Since a pin layer usually consists of the antiferromagnetic substance, it is one with the comparatively large (for example, 100 or more micromegacm) specific resistance, and its degree of reduction of the resistance of the pin layer

by the pin layer having spread is large. Thus, according to said 1st mode,

the resistance of the pin layer to a sense current is reduced, as a result

the fixed resistance of the 1st and 2nd inter-electrode whole components

is reduced. Therefore, according to said 1st mode, the denominator R of MR

ratio (= $\Delta R/R$) when [actual] obtained as the 1st and 2nd inter-electrode whole components becomes small, and MR ratio on actual increases.

[0016] By the way, the output of a actual component becomes important [

the value of product $I_s \times \Delta R$ of ΔR and the sense current I_s].

Therefore, the output of a component cannot be raised only by raising the

MR ratio by making small the denominator R of MR ratio on actual (= $\Delta R/R$). however, said 1st voice -- if the area of said service area is

narrowly constituted after adopting the structure depended like and making

R small, R and ΔR can also raise ΔR , maintaining MR ratio which

improved from it being mostly in inverse proportion to the area of said

service area. Thus, according to said 1st mode, for example, MR ratio and

the output of a component can be heightened only by narrowing the area of

a service area, and the practical value of the structure by said 1st mode

is very high.

[0017] thus, said 1st voice -- the area of said service area may be

narrowed as one of the matters to which the effectiveness depended like is

related effective in improvement in the output of a component As other

examples of the matter, this invention person thought out the structure by

the 3rd mode mentioned later. This point is later mentioned in relation to

the 3rd mode.

[0018] In said 1st mode, as for the magneto-resistive effect component by

the 2nd mode of this invention, one field of said pin layer contacts electrically one field of said 1st electrode or said 2nd electrode extensively substantially. In this 2nd mode, substantially, extensively,

one field of said pin layer may contact one field of said 1st electrode or

said 2nd electrode directly, and may contact it through the electric conduction film.

[0019] According to this 2nd mode, since one field of a pin layer touches

the field of an electrode electrically extensively substantially, the resistance of the pin layer to a sense current is reduced more, and MR

ratio on actual increases further.

[0020] The magneto-resistive effect component by the 3rd mode of this

invention in said 1st or 2nd mode, at least between the fields of one side

and the opposed faces of the adjacent layer which counters the field concerned of at least one layer which intervenes between said 1st electrode and said 2nd electrode. It crosses to the field which laps with

said service area substantially at least, and between said at least one

layer and said adjacent layers forms a thin insulating layer in extent

which is not insulated electrically thoroughly.

[0021] A film like said thin insulating layer can explain as a model the

layer by which the pinhole etc. was formed in Mr. **** 1. Therefore, the

area of the pass of a current with which said thin insulating layer flows

between the upper and lower sides is reduced effectually, and the effectiveness same with having narrowed the area of the service area mentioned above is acquired, without narrowing actually the area of the

service area mentioned above. That is, said thin insulating layer bears

the operation which increases the aforementioned ΔR , with MR ratio

maintained which improved. For this reason, according to said 3rd mode,

the effectiveness by said 1st mode can be related effective in improvement

in the output of a component. Therefore, according to said 3rd mode, the

output of a component increases and it is desirable. The effectiveness is

the same with having narrowed the area of said service area. However,

since there is a limitation on manufacture even if it narrows the area of

a service area, the structure of said 3rd mode can be adopted in spite of

the limitation on such manufacture, and the advantage is large.
[0022] the 4th voice of this invention -- the magneto-resistive effect

component depended like -- said 3rd voice -- setting like, said at least

one layer contains any one configuration layer of the layer of the said

non-magnetic layer, said free layer, or said pinned layers.

[0023] when said thin insulating layer is arranged in the location

mentioned by this 4th mode, the function in which said thin insulating

layer adjusts the pass of a sense current is demonstrated more by validity, and is desirable.

[0024] In said 3rd or 4th mode, as for the magneto-resistive effect component by the 5th mode of this invention, said thin insulating layer

contains an oxide or a nitride. When such an ingredient is used as said

thin insulating layer, there is also no possibility [like] of spoiling

the property of other film to the effective top as an insulating material,

and it is desirable.

[0025] Said non-magnetic layer is formed only in the field to which the

magneto-resistive effect component by the 6th mode of this invention laps

with said service area substantially in said mode of either the 1st thru/or the 5th either.

[0026] Said free layer is formed only in the field to which the

magneto-resistive effect component by the 7th mode of this invention laps

with said service area substantially in said mode of either the 1st thru/or the 6th either.

[0027] Said pinned layer is formed only in the field to which the magneto-resistive effect component by the 8th mode of this invention laps

with said service area substantially in said mode of either the 1st thru/or the 7th either.

[0028] Although said the 6th thru/or 8th mode illustrates the layer which

can specify said service area, the element which specifies said service

area is not limited to these.

[0029] the 9th voice of this invention -- the magneto-resistive effect

component depended like -- said voice of either the 1st thru/or the 8th

either -- it sets like and one or more sorts chosen from the group which

said pin layer becomes from PtMn, IrMn, RuRhMn, FeMn, NiMn, PdPtMn, RhMn,

CrMnPt, and other Mn system alloys are included.

[0030] Although the ingredient mentioned in this 9th mode is excellent in

the property which carries out pinning of the pinned layer, that specific

resistance is comparatively high. Therefore, according to said 9th mode,

the effectiveness that MR ratio when [actual] the effectiveness which

the resistance of the pin layer to a sense current reduces becomes high

and is acquired as the 1st and 2nd inter-electrode whole components increases is remarkable by extending a pin layer.

[0031] the 10th voice of this invention -- the magneto-resistive effect

component depended like is equipped with the magneto-resistive effect layer by which the 1st electrode formed in one field side of a base and

said base of said 1st electrode were formed in the opposite hand, and said

1st electrode of said magneto-resistive effect layer with the 2nd electrode formed in the opposite hand. And the 1st non-magnetic layer by

which said magneto-resistive effect layer was formed in the 1st [of a

free layer and this free layer / said] electrode side, The 1st pinned

layer formed in the 1st [of this 1st non-magnetic layer / said] electrode side, The 1st pin layer formed in the 1st [of this 1st pinned

layer / said] electrode side, The 2nd non-magnetic layer formed in the

2nd [of this free layer / said] electrode side, the 2nd pinned layer

formed in the 2nd [of this 2nd non-magnetic layer / said] electrode side, and the 2nd pin layer formed in the 2nd [of this 2nd pinned layer /

said] electrode side are included. Moreover, one [at least] pin layer

of said 1st and 2nd pin layers between said 1st electrode and said 2nd

electrode -- setting -- a film surface and ****, while being formed in the

field which laps with the service area of the direction of a film surface

where a current flows in the vertical direction substantially by

predetermined thickness the field which does not lap with said service

area substantially -- said -- given thickness -- ** -- substantial --
the

same thickness -- or said given thickness halfbeak -- it is
continuously

formed by thin thickness from said field with which it laps
substantially.

Said 1st and 2nd electrodes may serve as the magnetic-shielding layer.

[0032] In this 10th mode, since it is arranged as the 1st and 2nd
electrodes mentioned above to the magneto-resistive effect layer, CPP
structure is realized. Therefore, the short circuit between
magnetic-shielding-components (poor insulation) which poses a serious
problem in the formation of a ** lead gap of CIP structure does not
arise

in essence.

[0033] Moreover, since the magneto-resistive effect layer contains the
1st

and 2nd pin layers in the free layer arranged as mentioned above, the
1st

and 2nd non-magnetic layers, the 1st and 2nd pinned layers, and a
list, it

constitutes the dual type spin bulb film from said 10th mode.
Therefore,

low resistance-ization can be attained compared with a TMR component.

[0034] and the field which one [at least] pin layer is not only
formed

in the field which laps with said service area substantially by
predetermined thickness in said 10th mode, but does not lap with said
service area substantially -- said -- given thickness -- ** --
substantial

-- the same thickness -- or said given thickness halfbeak -- it is
thin

thickness and is continuously formed from said field with which it laps

substantially. Thus, since the field in which one [at least] pin layer

is formed spreads out from said service area, the pass with which a sense

current flows expands only the spreading part, and the resistance of one [

to the sense current which flows to inter-electrode / 1st and 2nd / at

least] pin layer becomes small. Thus, according to said 10th mode, the

resistance of one [to a sense current / at least] pin layer is reduced,

as a result the fixed resistance of the 1st and 2nd inter-electrode whole

components is reduced. Therefore, according to said 1st mode, the

denominator R of MR ratio (= $\Delta R/R$) when [actual] obtained as the 1st

and 2nd inter-electrode whole components becomes small, and MR ratio on

actual increases. Moreover, in said 6th mode, since the dual type spin

bulb film is used, MR ratio on actual increases compared with the case

where the single type spin bulb film is used.

[0035] The area of said service area may be narrowed as one of the matters

to which improvement in this MR ratio is related effective in improvement

in the output of a component. As other examples of the matter, this invention person thought out the structure by the 12th mode mentioned later. This point is the same as that of the case of said 1st mode.

[0036] In said 10th mode, as for the magneto-resistive effect component by

the 11th mode of this invention, one field of one [said / at least] pin

layer contacts electrically one field of said 1st electrode or said 2nd

electrode extensively substantially. In this 7th mode, substantially, extensively, one field of one [said / at least] pin layer may contact

one field of said 1st electrode or said 2nd electrode directly, and may

contact it through the electric conduction film.

[0037] According to this 11th mode, since one field of one [at least]

pin layer touches the field of an electrode electrically extensively substantially, the resistance of one [to a sense current / at least] pin

layer is reduced more, and MR ratio on actual increases further.

[0038] The magneto-resistive effect component by the 12th mode of this

invention in said 10th or 11th mode, at least between the fields of one

side and the opposed faces of the adjacent layer which counters the field

concerned of at least one layer which intervenes between said 1st electrode and said 2nd electrode It crosses to the field which laps with

said service area substantially at least, and between said at least one

layer and said adjacent layers forms a thin insulating layer in extent

which is not insulated electrically thoroughly.

[0039] According to this 12th mode, the same advantage as said 3rd mode is

acquired.

[0040] the 13th voice of this invention -- the magneto-resistive effect

component depended like -- said 12th voice -- setting like, said at least

one layer contains any one configuration layer of the layer of the said

1st and 2nd non-magnetic layers, said free layer, or said 1st and 2nd pinned layers.

[0041] when said thin insulating layer is arranged in the location mentioned by this 13th mode, the function in which said thin insulating

layer adjusts the pass of a sense current is demonstrated more by validity, and is desirable.

[0042] In said 12th or 13th mode, as for the magneto-resistive effect component by the 14th mode of this invention, said thin insulating layer

contains an oxide or a nitride. When such an ingredient is used as said

thin insulating layer, there is also no possibility [like] of spoiling

the property of other film to the effective top as an insulating material,

and it is desirable.

[0043] the 15th voice of this invention -- the magneto-resistive effect

component depended like -- said voice of either the 10th thru/or the 14th

either -- it sets like and at least one side of said 1st and 2nd non-magnetic layers is formed only in the field which laps with said service area substantially.

[0044] Said free layer is formed only in the field to which the magneto-resistive effect component by the 16th mode of this invention laps

with said service area substantially in said mode of either the 10th thru/or the 15th either.

[0045] the 17th voice of this invention -- the magneto-resistive effect

component depended like -- said voice of either the 10th thru/or the 16th

either -- it sets like and at least one side of said 1st and 2nd pinned

layers is formed only in the field which laps with said service area substantially.

[0046] Although said the 15th thru/or 17th mode illustrates the layer which can specify said service area, the element which specifies said service area is not limited to these.

[0047] the 18th voice of this invention -- the magneto-resistive effect

component depended like -- said voice of either the 10th thru/or the 17th

either -- it sets like and each of said 1st and 2nd pin layers contains

one or more sorts chosen from the group which consists of PtMn, IrMn, RuRhMn, FeMn, NiMn, PdPtMn, RhMn, CrMnPt, and other Mn system alloys.

[0048] According to this 18th mode, the effectiveness that MR ratio when [

actual] obtained as the 1st and 2nd inter-electrode whole components increases like said 9th mode is remarkable.

[0049] the 19th voice of this invention -- the magneto-resistive effect

component by which the magnetic head depended like was supported with the

base and this base -- having -- said magneto-resistive effect component --

said voice of either the 1st thru/or the 18th either -- it is the magneto-resistive effect component depended like.

[0050] this 19th voice -- if it depends like -- said voice of either the

1st thru/or the 18th either -- since the magneto-resistive effect

component depended like is used, a high power signal can be acquired also

in a narrow track, and high record recording density-ization can be attained.

[0051] in addition, said the 1st thru/or 18th voice -- the application of

the magneto-resistive effect component depended like is not limited to the

magnetic head, and can be used as a magnetometric sensor in other various

applications.

[0052] The head suspension assembly by the 20th mode of this invention is

equipped with the magnetic head and the suspension where this magnetic

head is carried near a point, and supports said magnetic head, and said

magnetic head is the magnetic head by said 19th mode.

[0053] According to this 20th mode, since the magnetic head by said 19th

mode is used, high recording density-ization of a magnetic disk drive etc.

can be attained.

[0054]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the magnetic head using the magneto-resistive effect component and this by this invention is explained

with reference to a drawing.

[0055] [The gestalt of the 1st operation]

[0056] Drawing 1 is the outline perspective view showing typically the

magnetic head by the gestalt of operation of the 1st of this invention.

Drawing 2 is the expanded sectional view showing typically the parts of

the GMR component 2 of the magnetic head shown in drawing 1 , and the

induction type MAG sensing element 3. Drawing 3 is an A-A' view schematic

diagram in drawing 2 . Drawing 4 is the enlarged drawing to which near [

in drawing 3 / GMR component 2] was expanded further. In order to make an

understanding easy, as shown in drawing 1 thru/or drawing 4 , the X-axis,

the Y-axis, and the Z-axis which intersect perpendicularly mutually are

defined (the same is said of drawing mentioned later.). X shaft orientations are in agreement with the migration direction of a

magnetic-recording medium.

[0057] As shown in drawing 1 R> 1, the magnetic head by the gestalt of the

1st operation is equipped with the slider 1 as a base, the GMR component 2

as a magneto-resistive effect component used as a magnetic-head component

for playback, the induction type MAG sensing element 3 as a magnetic-head

component for record, and the protective coat 4 that consists of DLC film

etc., and is constituted as the compound-die magnetic head. But the magnetic head by this invention may be equipped only with the GMR component 2. Moreover, with the gestalt of the 1st operation, although one

component 2 and 3 is formed at a time, respectively, the number is not

limited at all.

[0058] A slider 1 has the rail sections 11 and 12 in a magnetic-recording

medium opposed face side, and the front face of the rail sections 11 and

12 constitutes ABS (air bearing side). In the example shown in drawing 1 ,

although the number of the rail sections 11 and 12 is two, it is not restricted to this. For example, you may have the 1-3 rail sections, and

ABS may be a flat surface without the rail section. Moreover, various geometry may be given to ABS for a floatation property improvement etc.

The magnetic head by this invention may have the slider of which type.

[0059] A protective coat 4 is formed only in the front face of the rail

sections 11 and 12, and the front face of a protective coat 4 constitutes

ABS from a gestalt of the 1st operation. But a protective coat 4 may be

formed all over the magnetic-recording medium opposed face of a slider 1.

Moreover, although it is desirable to form a protective coat 4, it is not

necessary to necessarily form a protective coat 4.

[0060] The GMR component 2 and the induction type MAG sensing element 3

are formed in the air runoff edge TR side of the rail sections 11 and 12,

as shown in drawing 1 . The record-medium migration direction is in agreement with x shaft orientations in drawing, and in agreement with the

runoff direction of air moved when a magnetic-recording medium carries out

high-speed migration. Air enters from the inflow edge LE and flows out of

the runoff edge TR. The bonding pads 5c and 5d connected to the bonding

pads 5a and 5b connected to the GMR component 2 and the induction type

MAG

sensing element 3 are formed in the end face of the air runoff edge TR of

a slider 1.

[0061] As shown in drawing 2 and drawing 3 , the laminating of the GMR

component 2 and the induction type MAG sensing element 3 is carried out on

the substrate layer 16 prepared on the ceramic base 15 which constitutes a

slider 1. The ceramic base 15 usually consists of Al Chick (aluminum203-TiC) or SiC. When using aluminum203-TiC, since this has conductivity, the insulator layer which consists of aluminum 203 is used

as a substrate layer 16. It is not necessary to form the substrate layer

16 depending on the case.

[0062] The lower electrode 21 formed on the substrate layer 16 as the GMR

component 2 was shown in drawing 4 , It has the lower metal layer 22 by

which the laminating was carried out to order from the lower electrode 21

side between the up electrode 28 formed in the lower electrode 21 upside

(a base 15 and opposite hand), an electrode 21, and 28, the pin layer 23,

the pinned layer 24, the non-magnetic layer 25, the free layer 26, and the

up metal layer (cap layer) 27.

[0063] With the gestalt of the 1st operation, the lower electrode 21 and

the up electrode 28 are made to serve a double purpose as lower magnetic

shielding and up magnetic shielding, respectively. Electrodes 21 and

are formed with magnetic materials, such as NiFe. Although not shown in a

drawing, these electrodes 21 and 28 are electrically connected to the bonding pads 5a and 5b mentioned above, respectively. In addition, the

lower electrode 21 and the up electrode 28 cannot independently be overemphasized by that lower magnetic shielding and up magnetic shielding

may be prepared.

[0064] The lower metal layer 22 consists of layered products of Ta layer

by which serves as a conductor, for example, the laminating was carried

out to order from the base 16 side, and a NiFe layer etc. A pinned layer

24 and the free layer 26 consist of ferromagnetic layers, respectively,

for example, are formed with ingredients, such as Fe, Co, nickel, FeCo,

NiFe, CoZrNb, or FeCoNi. As for the pin layer 23, it is desirable to consist of antiferromagnetism layers, for example, to form with Mn system

alloys, such as PtMn, IrMn, RuRhMn, FeMn, NiMn, PdPtMn, RhMn, or CrMnPt.

As for the pinned layer 24, the magnetization direction is being fixed in

the predetermined direction by the switched connection bias field between

the pin layers 23. On the other hand, the free layer 26 answers the external magnetic field which is magnetic information fundamentally, and

changes the sense of magnetization freely. A non-magnetic layer 25 is

formed with ingredients, such as Cu, Au, or Ag.

[0065] The ingredient of the up metal layer 27 is the viewpoint that resistance is low even if it carries out that it is (a) low resistance,

that it is hard to carry out (b) oxidation, and (c) oxidation, and choosing is desirable. As for such a viewpoint to the up metal layer 27,

it is desirable to form by the monolayer or the multilayer using the simple substance of Ru, Rh, Os, W, Pd, Pt, Cu, or Ag or the alloy which

consists of any two or more sorts of such combination. If the up metal layer 27 is constituted from an ingredient of low resistance and the thickness is made thin, MR ratio when [actual] obtained as the GMR component 2 whole can be raised.

[0066] As shown in drawing 4, the magnitude of the plane view of a pinned

layer 24, a non-magnetic layer 25, the free layer 26, and the up metal layer 27 is prescribed by the gestalt of the 1st operation according to

the desired width of recording track TW and MR height. namely, -- the gestalt of the 1st operation -- a pinned layer 24, a non-magnetic layer

25, the free layer 26, and the up metal layer 27 -- between an electrode

21 and 28 -- setting -- a film surface and *** -- it is formed only in

the field which laps with the service area of the direction of a film surface where a current flows in the vertical direction substantially. If

it puts in another way, with the gestalt of the 1st operation, the pinned

layer 24, the non-magnetic layer 25, the free layer 26, and the up metal

layer 27 will have specified said service area. But any one or more of a

pinned layer 24, a non-magnetic layer 25, the free layer 26, and the up

metal layers 27 may extend also to fields other than the field which laps

with said service area substantially. As such an example, the gestalt of

the 3rd mentioned later and the 4th operation can be mentioned.
[0067] On the other hand, with the gestalt of the 1st operation, the pin

layer 23 is the same thickness as substantially as said predetermined thickness, and is continuously formed in the field which does not lap with

said service area substantially from the field which laps with said service area substantially while it is formed in the field which laps with

said service area substantially by predetermined thickness, as shown in

drawing 2 thru/or drawing 4 . The underside of the pin layer 23 touches

the top face of an electrode 21 electrically through the lower metal layer

22 extensively. It is also possible to contact the underside of the pin

layer 23 on the top face of an electrode 21 directly electrically, without

forming the lower metal layer 22.

[0068] As shown in drawing 3 and drawing 4 , the layers 31 and 32

containing the hard magnetism layer as a bias layer (magnetic-domain control layer) which gives the bias field for magnetic-domain control are

formed in the both sides of Z shaft orientations of the free layer 26. The

insulating layers 33 and 34 which consist of aluminum 203 etc. are formed

in the these layer 31 and 32 bottom and layer 24-27 side. Moreover, although not shown in a drawing, layers 31 and 32 have the insulating layer which consists of aluminum 203 etc. as the maximum upper layer which

constitutes the part, respectively. Thereby, layers 31 and 32 are insulated by other layers and electric targets. The hard magnetism layer

which layers 31 and 32 contain is formed with ingredients, such as Cr/CoPt

(cobalt platinum alloy), Cr/CoCrPt (cobalt chrome platinum alloy), TiW/CoPt, and TiW/CoCrPt.

[0069] As shown in drawing 2, between the pin layer 23 and the up electrode 28, the insulating layer 35 as a gap layer is formed in the field in which the layers 24-27 which constitute the layers 31 and 32 and

the GMR component 2 containing a hard magnetism layer are not formed. An

insulating layer 35 is formed with ingredients, such as aluminum 203, SiO₂

and MgO, or TiO₂.

[0070] The induction type MAG sensing element 3 has the protective layer

40 which consists of an insulating layer 39, an alumina, etc. which consisted of organic resin which consists of said up electrode 28 made to

serve a double purpose also as a lower magnetic layer to the component 3

concerned, the up magnetic layer 36, a coil layer 37, an alumina, etc.,

such as the light gap layer 38 and novolak resin, as shown in drawing 2

and drawing 3 . As construction material of a magnetic layer 36, NiFe or

FeN is used, for example. The point of the up electrode 28 made to serve a

double purpose also as a lower magnetic layer and the up magnetic layer 36

is lower pole section 28a and up pole section 36a which separate the light

gap layers 38, such as an alumina of minute thickness, and counter, and

writes in information to a magnetic-recording medium in lower pole section

28a and up pole section 36a. In the bond part 41 which is in an opposite

hand with lower pole section 28a and up pole section 36a, as for the up

electrode 28 made to serve a double purpose also as a lower magnetic layer, and the up magnetic layer 36, the yoke section is mutually combined

so that a magnetic circuit may be completed. The coil layer 37 is formed

in the interior of an insulating layer 39 so that it may turn around the

bond part 41 of the yoke section spirally. The ends of the coil layer 37

are electrically connected to bonding pads 5c and 5d. The number of turns

and number of layers of the coil layer 37 are arbitrary. Moreover, the

structure of the induction type MAG sensing element 3 is also arbitrary,

and good.

[0071] Next, an example of the manufacture approach of the magnetic

head

by the gestalt of the 1st operation is explained.

[0072] First, a wafer process is performed. That is, the wafers 101 which

should serve as a base 1, such as aluminum203-TiC or SiC, are prepared,

and using thin film coating technology etc., it forms in the formation

field of much magnetic heads of the shape of a matrix on a wafer 101 so

that it may become the structure which mentioned above each class mentioned above, respectively.

[0073] The outline of this wafer process is explained with reference to

drawing 5 thru/or drawing 8 . Drawing 5 thru/or drawing 8 are drawings

showing typically each process which constitutes a wafer process, and drawing 5 (a), drawing 6 (a), drawing 7 (a), and drawing 8 (a) are outline

top views, respectively. The outline sectional view where drawing 5 (b)

met the B-C line in drawing 5 (a), the outline sectional view where drawing 6 (b) met the B-C line in drawing 6 (a), the outline sectional

view where drawing 7 (b) met D-E lines in drawing 7 (a), and drawing 8 (b)

are the outline sectional views in alignment with D-E lines in drawing 8

(a). In addition, in drawing 6 (a), TW shows the width of recording track

which the GMR component 2 specifies.

[0074] At a wafer process, the laminating of the substrate layer 16, the

lower electrode 21, the lower metal layer 22, the pin layer 23, a pinned

layer 24, a non-magnetic layer 25, the free layer 26, and the up metal

layer 27 is first carried out one by one on a wafer 101 (drawing 5).
At

this time, the lower electrode 21 is formed for example, by the

galvanizing method, and forms other layers by the spatter.

[0075] Next, by the 1st ion milling, a pinned layer 24, a non-magnetic

layer 25, the free layer 26, and the up metal layer 27 are selectively

removed in order to specify the width of recording track Tw. At this
time,

the stop location of the 1st ion milling is important. That is, the
1st

ion milling is stopped in the location where the clearance depth
serves as

a boundary of a pinned layer 24 and the pin layer 23. That is,
ideally,

although the 1st ion milling removes even a pinned layer 24 thoroughly

about the depth direction, it is the location which is not removed at
all

and stops the pin layer 23. Such a stop location can be appropriately
set

up by carrying out the monitor of the matter which comes out in
milling by

SIMS (Secondary Ion-microprobe Mass Spectrometer, secondary ion mass
spectrometer). And the layers 31 and 32 which contain insulating
layers 33

and 34 and a hard magnetism layer in the part removed by the 1st ion
milling are formed after the 1st ion milling using the lift-off method
(

drawing 6).

[0076] Subsequently, according to the last configuration, patterning
Page 28

of a

pinned layer 24, a non-magnetic layer 25, the free layer 26, and the up

metal layer 27 is carried out about the height direction of the GMR component 2 by the 2nd ion milling (drawing 7). The stop location of this 2nd ion milling is also important. Ideally, although the 2nd ion milling also removes a pinned layer 24 thoroughly about the depth direction, it is the location which is not removed at all and stops the

pin layer 23. Then, an insulating layer 35 is formed and patterning of

this is carried out by the lift-off method (drawing 7).

[0077] Then, the up electrode 28 is formed by the galvanizing method etc.

on the wafer 101 of the condition which shows in drawing 7 (drawing 8 R>

8).

[0078] Finally, the gap layer 38, the coil layer 37, an insulating layer

39, the up magnetic layer 36, and a protective coat 40 are formed, and

bonding pads 5a-5d etc. are formed further. Thereby, a wafer process is

completed.

[0079] Next, the magnetic head is completed through a well-known process

to the wafer which the wafer process back completed. when explained briefly, the part of two or more magnetic heads was arranged in the shape

of a single tier on the base from said wafer -- it starts each bar (bar-like magnetic-head aggregate). Subsequently, in order to set up throat height, MR height, etc. to this bar, wrapping processing (polish)

is performed to that ABS side. Then, the field by the side of ABS of the

bar after wrapping processing is etched if needed for smear clearance.

Next, a protective coat 4 is formed in the ABS side, and rails 11 and 12

are further formed by etching etc. Finally, machining cuts and a bar is

divided into each magnetic head. Thereby, the magnetic head by the gestalt

of the 1st operation is completed.

[0080] with the gestalt of the 1st operation, since it is arranged as electrodes 21 and 28 mentioned above to the magneto-resistive effect layer

(the pin layer 23, a pinned layer 24, a non-magnetic layer 25, free layer

26), CPP structure is realized. Therefore, the short circuit between magnetic-shielding-components (poor insulation) which poses a serious problem in the formation of a ** lead gap of CIP structure does not arise

in essence.

[0081] Moreover, since the magneto-resistive effect layer contains the

non-magnetic layer 25 arranged as mentioned above, the free layer 26, the

pinned layer 24, and the pin layer 23, it constitutes the so-called spin

bulb film from a gestalt of the 1st operation. Therefore, low

resistance-ization can be attained compared with a TMR component.

[0082] And as mentioned above with the gestalt of the 1st operation, the

pin layer 23 is the same thickness as substantially as said predetermined

thickness, and is continuously formed in the field which does not lap

with

said service area substantially from the field which laps with said service area substantially while it is formed in the field which laps with

said service area substantially by predetermined thickness, as shown in

drawing 2 thru/or drawing 4 . Thus, since the field in which the pin layer

23 is formed spreads out from said service area, the pass with which a sense current flows expands only the spreading part, and the resistance of

the pin layer 23 to the sense current which flows among electrodes 21 and

28 becomes small. with the gestalt of the 1st operation, while especially

the pin layer 23 is the thickness as the thickness of the field which lapped with said service area also with the same thickness of the field

which does not lap with said service area, since the underside of the pin

layer 23 touches the top face of an electrode 21 electrically through the

lower metal layer 22 extensively, the pin layer 23 will act as some actual

top electrodes. Therefore, the resistance of the pin layer 23 to a sense

current can be made small. Thus, according to the gestalt of the 1st operation, the resistance of the pin layer 23 to a sense current is reduced substantially, as a result the fixed resistance of an electrode 21

and the whole component between 28 is reduced. Therefore, according to the

gestalt of the 1st operation, the denominator R of MR ratio (=deltaR/R)

when [actual] obtained as an electrode 21 and the whole component

between 28 becomes small, and MR ratio on actual increases.

[0083] By the way, the output of a actual component becomes important [

the value of product $I_s \times \Delta R$ of deltaR and the sense current I_s].

Therefore, the output of a component cannot be raised only by raising the

MR ratio by making small the denominator R of MR ratio on actual (=deltaR/R). However, if the area of said service area is narrowly constituted after adopting the structure of the gestalt of the 1st operation and making R small, R and delta R can also raise deltaR, maintaining MR ratio which improved from it being mostly in inverse proportion to the area of said service area. Thus, according to the gestalt of the 1st operation, MR ratio and the output of a component can

be heightened, for example only by narrowing the area of a service area.

[0084] Therefore, according to the gestalt of the 1st operation, a high

power signal can be acquired also in a narrow track, and high record recording density-ization can be attained.

[0085] [The gestalt of the 2nd operation]

[0086] Drawing 9 is the outline sectional view showing typically the important section of the magnetic head by the gestalt of operation of the

2nd of this invention, and supports drawing 4 R>4. In drawing 9, the

same sign is given to the same as that of the element in drawing 4, or a

corresponding element, and the overlapping explanation is omitted.

[0087] As the comparison with drawing 9 and drawing 4 shows, the place

where the gestalt of the 2nd operation differs from the gestalt of said

1st operation is only the point that the thickness of the pin layer 23 of

a field which does not lap with said service area substantially is thinner

than the thickness of the pin layer 23 of a field which lapped with said

service area substantially. Such structure can obtain the stop location of

said 1st and 2nd ion milling described in the manufacture approach of the

magnetic head by the gestalt of said 1st operation about the depth direction by setting up so that a part of pin layer 23 may be removed, for

example.

[0088] According to the gestalt of the 2nd operation, if compared with the

gestalt of the 1st operation, the resistance of the pin layer 23 to a sense current will become large a little, MR ratio on actual will fall a

little, but the same advantage as the gestalt of the 1st operation is acquired fundamentally.

[0089] In addition, since the resistance of the pin layer 23 to a sense

current becomes high and MR ratio on actual falls the more the more the

thickness of the pin layer 23 of a field which does not lap with said service area substantially becomes thin It is desirable that it is 30% or

more of the thickness of the pin layer 23 of a field which lapped with the

non-magnetic layer, as for the thickness of the pin layer 23 of a field

which does not lap with said service area substantially, it is more desirable that it is 50% or more, and it is much more desirable that it is

70% or more.

[0090] [The gestalt of the 3rd operation]

[0091] Drawing 10 is the outline sectional view showing typically the important section of the magnetic head by the gestalt of operation of the

3rd of this invention, and supports drawing 4 . In drawing 10 , the same

sign is given to the same as that of the element in drawing 4 , or a corresponding element, and the overlapping explanation is omitted.

[0092] The place where the gestalt of the 3rd operation differs from the

gestalt of said 1st operation so that the comparison with drawing 10 and

drawing 4 may show is only a point currently continuously formed also in

the field to which a pinned layer 24 and a non-magnetic layer 25 do not

lap with said service area substantially from the field which is the same

thickness as substantially as the field which laps with said service area

substantially, and laps with said service area substantially. Therefore,

with the gestalt of the 3rd operation, the free layer 26 and the up metal

layer 27 have specified said service area. Such structure can obtain the

stop location of said 1st and 2nd ion milling described in the manufacture

approach of the magnetic head by the gestalt of said 1st operation about

the depth direction by setting up so that it may become the boundary of a

non-magnetic layer 25 and the free layer 26, for example.

[0093] Also according to the gestalt of the 3rd operation, the same

advantage as the gestalt of the 1st operation is acquired.

[0094] [The gestalt of the 4th operation]

[0095] Drawing 11 is the outline sectional view showing typically the important section of the magnetic head by the gestalt of operation of the

4th of this invention, and supports drawing 4 . In drawing 11 , the same

sign is given to the same as that of the element in drawing 4 , or a

corresponding element, and the overlapping explanation is omitted.

[0096] The place where the gestalt of the 4th operation differs from the

gestalt of said 1st operation so that the comparison with drawing 11 and

drawing 4 may show (a) Also to the field to which a pinned layer 24 does

not lap with said service area substantially, substantially with the field

which laps with said service area substantially by the same thickness. By

thickness thinner than the thickness of the point currently continuously

formed from the field which laps with said service area substantially, and

the field which laps with said service area substantially also to the field to which the (b) non-magnetic layer 25 does not lap with said service area substantially It is only the point currently continuously formed from the field which laps with said service area substantially.

Therefore, with the gestalt of the 4th operation, the part with the thick

thickness of the free layer 26, the up metal layer 27, and a non-magnetic

layer 25 has specified said service area. Such structure can obtain the

stop location of said 1st and 2nd ion milling described in the manufacture

approach of the magnetic head by the gestalt of said 1st operation about

the depth direction by setting up so that a part of non-magnetic layer 25

may be removed, for example.

[0097] Also according to the gestalt of the 4th operation, the same

advantage as the gestalt of the 1st operation is acquired.

[0098] [The gestalt of the 5th operation]

[0099] Drawing 12 is the outline sectional view showing typically the important section of the magnetic head by the gestalt of operation of the

5th of this invention, and supports drawing 4 . In drawing 12 , the same

sign is given to the same as that of the element in drawing 4 , or a corresponding element, and the overlapping explanation is omitted.

[0100] As the comparison with drawing 12 and drawing 4 shows, the

insulating layer 60 thin to extent from which the place where the gestalt

of the 5th operation differs from the gestalt of said 1st operation is

crossed only to the field which laps with said service area substantially

between the free layer 26 and the up metal layer 27, and between the free

layer 26 and the up metal layers 27 is not insulated electrically thoroughly is only the point currently formed. Although especially the

ingredient of the thin insulating layer 60 is not limited, forming

with an

oxide or a nitride is desirable. Thickness of the thin insulating layer 60

is made into the thickness of extent from which between the layers of the

upper and lower sides of the insulating layer 60 concerned is not insulated electrically thoroughly, for example, can be set to 1nm or less.

[0101] So to speak, a film like the thin insulating layer 60 is an imperfect layer, and can explain as a model the layer by which the pinhole

etc. was formed in Mr. **** 1. Therefore, the effectiveness same with having narrowed the area of said service area is acquired, without the

thin insulating layer's 60 reducing effectually the area of the pass of a

sense current which flows between the up metal layer 27 and the free layer

26, and narrowing the area of said service area actually. That is, the

thin insulating layer 60 bears the operation which increases the aforementioned ΔR , with MR ratio maintained which improved. For this

reason, according to the gestalt of the 5th operation, like the gestalt of

said 1st operation, a high power signal can be acquired also in a narrow

track, and high record recording density-ization can be attained. [0102] Thus, the same advantage as the gestalt of said 1st operation is

acquired also according to the gestalt of the 5th operation. However, even

if it narrows the area of said service area, there is a limitation on manufacture. On the other hand, since according to the gestalt of the

5th

operation the aforementioned ΔR can be increased, with MR ratio maintained which improved even if it does not narrow the area of said service area, the aforementioned ΔR can be increased, with MR ratio

maintained which improved to desired extent in spite of the limitation on

such manufacture.

[0103] In addition, the magnetic head by the gestalt of the 5th operation

For example, it sets to the manufacture approach of the magnetic head by

the gestalt of said 1st operation. It can manufacture by carrying out the

laminating of each class 16, 21-26, and 60 and 27 one by one, and milling

a layer 60 with layers 24-27 in said 1st and 2nd ion milling instead of

carrying out the laminating of each class 16, 21-27 one by one in a process as shown in drawing 5. In addition, a spatter etc. can perform

formation of a layer 60.

[0104] By the way, with the gestalt of the 5th operation, the thin insulating layer 60 is formed between the free layer 26 and the up metal

layer 27. However, in this invention, not the thing limited to this but

the thin insulating layer 60 may be formed at least between the fields of

one side and the opposed faces of the adjacent layer which counters the

field concerned of at least one layer which intervenes between an electrode 21 and 28. For example, the thin insulating layer 60 may be

formed or more in any one between a layer 26 and 27 and in between a layer

27 and 28 between a layer 25 and 26 between a layer 24 and 25 between a

layer 23 and 24 between a layer 22 and 23 between a layer 21 and 22.

Moreover, for example, when either of the layers 22-27 carries out the

laminating of two or more layers (two or more configuration layers), the

thin insulating layer 60 may be formed between [of two or more configuration layers concerned] two layers. But as for the thin insulating layer 60, it is desirable to form in the top face or underside

of any one configuration layer of a pinned layer 24, the non-magnetic layer 25, or the free layers 26. [of a layer] It is because the function

in which the thin insulating layer 60 adjusts the pass of a sense current

will be demonstrated more if the thin insulating layer 60 is arranged in

such a location.

[0105] Moreover, the thin insulating layer 60 is gone across and formed

only in the field which laps with said service area substantially with the

gestalt of said 5th operation. However, in this invention, the thin insulating layer 60 may extend also to fields other than the field which

laps with said service area substantially. For example, when forming the

thin insulating layer 60 between a layer 23 and 24 in drawing 12 , this

thin insulating layer 60 may be made to extend between layers 33 and 34

and a layer 23.

[0106] In addition, in the gestalt of the 2nd mentioned above thru/or the

4th operation, it cannot be overemphasized that the thin insulating layer

equivalent to the thin insulating layer 60 in drawing 12 may be prepared.

[0107] [The gestalt of the 6th operation]

[0108] Drawing 13 is the outline sectional view showing typically the important section of the magnetic head by the gestalt of operation of the

6th of this invention, and supports drawing 4 . In drawing 13 , the same

sign is given to the same as that of the element in drawing 4 , or a corresponding element, and the overlapping explanation is omitted.

[0109] The place where the gestalt of the 6th operation differs from the

gestalt of the 1st operation is mainly only the point of explaining below.

That is, with the gestalt of the 6th operation, the up metal layer 27 in

drawing 4 is removed, instead the non-magnetic layer 125, the pinned layer

124, the pin layer 123, and the up metal layer 127 are formed sequentially

from the free layer 26 side between the free layer 26 and the up electrode

28. The non-magnetic layer 125 and the pinned layer 124 are formed only in

the field which laps with said service area substantially like the pinned

layer 24, the non-magnetic layer 25, and the free layer 26. On the other

hand, the pin layer 123 and the up metal layer 127 the field which does

not lap with said service area substantially while being formed in the

field which laps with said service area substantially by predetermined

thickness like the pin layer 23 and the lower metal layer 22 -- said

--

given thickness -- ** -- substantial -- the same thickness (it is good

also by thin thickness. said given thickness halfbeak --) It is

continuously formed from the field which laps with said service area

substantially. Moreover, the top face of the pin layer 123 touches the

underside of an electrode 28 electrically through the up metal layer 127

extensively. In addition, it cannot be overemphasized that layers 123-125

can be formed with the respectively same ingredient as layers 23-25.

Moreover, the up metal layer 127 can be formed with the same ingredient as

the up metal layer 27 in drawing 4.

[0110] Although the dual type spin bulb film is constituted from a gestalt

of the 6th operation by layer 23-26,123-125, since the pin layer 23,123

has spread, like the gestalt of said 1st operation, the resistance of the

pin layer 23,123 to a sense current is reduced, and MR ratio when [actual

] obtained as an electrode 21 and the whole component which it is between

28 increases. In addition, either of the pin layers 23,123 may be formed

only in the field which laps with a non-magnetic layer 25 substantially in

this invention.

[0111] In addition, in this invention, if the gestalt of said 1st operation was transformed and the gestalt of said the 2nd thru/or 5th operation was acquired, respectively can transform the gestalt of the 6th

operation similarly.

[0112] [The gestalt of the 7th operation]

[0113] Drawing 14 is the outline top view seen from the magnetic-recording

medium opposed face side which shows the head suspension assembly by the

gestalt of operation of the 7th of this invention.

[0114] The head suspension assembly by the gestalt of the 7th operation is

equipped with the magnetic head 71 and the suspension 72 where the magnetic head 71 is carried near a point, and supports the magnetic head

71. As the magnetic head 71, one concerning those modifications of the magnetic heads is used for the 1st mentioned above thru/or the gestalt list of the 6th operation. Drawing 14 shows only the slider 1 (also see

drawing 1) as a component of the magnetic head 71.

[0115] The suspension 72 has FUREKUSHA 73 equipped with the slider 1 of

the magnetic head 71, the load beam 74 which supports FUREKUSHA 73 and gives thrust (load) to the slider 1 of the magnetic head 71, and the base

plate 75.

[0116] the protective layer which becomes the substrate which consists of

a thin stainless steel plate which was missing from the end face side from

the head side, and was prolonged in band-like, the insulating layer

which

consists of a polyimide layer formed on this substrate, and four conductor

patterns 81a-81d for signal I/O formed on this insulating layer from the

polyimide layer formed on these although FUREKUSHA 73 is not shown in a

drawing -- since -- it is constituted. Conductor patterns 81a-81d are mostly formed in the die-length direction of FUREKUSHA 73 over the overall

length.

[0117] By the shape of a **** K0 character extracting in the point of FUREKUSHA 73 by plane view, and forming a slot 82 in it, the gimbal section 83 is constituted and the slider 1 of the magnetic head 71 is joined to the gimbal section 83 by adhesives etc. In the bonding pads 5a-5d (refer to drawing 1) prepared in the slider 1, and the approaching

part, four bonding pads to which the conductor patterns [81a-81d] end

section was connected electrically, respectively are formed in FUREKUSHA

73, respectively. These bonding pads are electrically connected to the

bonding pads 5a-5d of a slider 1 by the golden ball etc., respectively.

Moreover, the bonding pads 84a-84d for external circuit connection to which the conductor patterns [81a-81d] other end was connected electrically, respectively are formed in the end face side of FUREKUSHA

73.

[0118] The load beam 74 is formed with the comparatively thick stainless

steel plate etc. The load beam 74 has elastic section 74b which

generates

the thrust which is located by the plane view by the side of a head between abbreviation triangle-like rigid section 74a, the base-plate joint

by the side of a end face, and rigid section 74a and said joint, and is

given to the slider 1 of the magnetic head 71, and supporter 74c which

extends in the side from said joint and supports a part for the end face

flank of FUREKUSHA 74. In drawing 14 , the bending standing-up section for

raising 74d of rigidity of rigid section 74a and 74e are holes which adjust the thrust which elastic section 74b generates. In rigid section

74a of the load beam 74, FUREKUSHA 73 has fixed at two or more spot welding points 91 depended on laser welding etc. Moreover, to said joint

of the load beam 74, the base plate 75 has fixed at two or more spot welding points 92. A part for the end face flank of FUREKUSHA 73 is supported by supporter 74c of the load beam 74 protruded into the side

from the base plate 75.

[0119] with the gestalt of the 7th operation, since one concerning those

modifications of the magnetic heads is carried in the 1st mentioned above

thru/or the gestalt list of the 6th operation as the magnetic head 71, if

the head suspension assembly by the gestalt of the 7th operation is used

for a magnetic disk drive etc., high recording density-ization of the magnetic disk drive concerned etc. can be attained.

[0120]

[Example] The GMR component 2 adopted by the magnetic head by the gestalt

of said 1st operation and the GMR component with the same configuration

were produced as a sample of an example 1.

[0121] The structure of the sample of an example 1 was as being shown in

drawing 15 , and the configuration of the main each class was carried out

as shown in the following table 1. In addition, 203 layers of aluminum

were used as a substrate layer, using Al chick as a wafer 101. Drawing 15

is drawing showing the sample of an example 1 typically, and it is the

outline sectional view where drawing 15 (a) met the outline top view, and

drawing 15 (b) met the F-G line in drawing 15 (a). The cross section which

met the H-J line in drawing 15 (a) also becomes the same as that of drawing 15 (b). In drawing 15 , the same sign is given to the same as that

of the element in drawing 1 thru/or drawing 8 , or a corresponding

element, and the overlapping explanation is omitted.

[0122]

[A table 1]

[0123] The place where the structure of the sample of an example 1 differs

from the structure of the GMR component shown in drawing 1 thru/or drawing

8 R> 8 is the point which formed the insulating layer 200 so that it might

mainly replace with the layers 31 and 32 and insulating layers 33-35

containing a hard magnetism layer and layers 24-27 might be surrounded.

[0124] The sample of an example 1 was produced by the approach explained

below. This production approach is explained with reference to drawing 18

and drawing 19 R> 9. Drawing 18 (a) and drawing 19 (a) are outline top

views, respectively. The outline sectional view where drawing 18 (b) met

the F-G line in drawing 18 (a), and drawing 19 (b) are the outline sectional views which met the F-G line in drawing 19 (a).

[0125] First, the laminating of the substrate layer 16, the lower

electrode 21, the lower metal layer 22, the pin layer 23, a pinned layer

24, a non-magnetic layer 25, the free layer 26, and the up metal layer 27

was carried out one by one on the wafer 101 (drawing 18). At this time,

the lower electrode 21 was formed by the galvanizing method, and formed

other layers by the spatter.

[0126] Next, ion milling removed the pinned layers 24, the non-magnetic

layers 25, the free layers 26, and the up metal layers 27 of a field other

than a 100nmx100nm field by plane view. Although it was made to stop in

the location where that clearance depth serves as a boundary of a pinned

layer 24 and the pin layer 23 and this ion milling removed even the pinned

layer 24 thoroughly about the depth direction, carrying out a monitor by

SIMS, it did not remove the pin layer 23 at all substantially. That is,

thickness of the pin layer 23 of a field (henceforth a "breadth field")

which does not lap with layers 24-27 substantially was set to 15nm as well

as the thickness of the field (henceforth a "lap field") which laps with

layers 24-27 substantially (table 2 reference mentioned later). [0127] Subsequently, the insulating layer 200 was formed and the part on

the up metal membrane 27 of an insulating layer 200 was removed by the lift-off method (drawing 19). Finally, the up electrode 28 was formed by

the galvanizing method, and the sample of the example 1 shown in drawing

15 was obtained.

[0128] Moreover, only the point of explaining below to the sample of an

example 1 was changed, and others were produced by the production approach

which changed only the point of explaining the production approach of an

example 1 for the sample of an example 2 made completely the same, and the

sample of the example of a comparison below. Drawing 16 is the outline

sectional view showing the sample of an example 2 typically. Drawing 17 is

the outline sectional view showing the sample of the example of a comparison typically. Drawing 16 and drawing 17 support drawing 15 (b).

[0129] with the sample of an example 1, as were shown in the following

table 2, and mentioned above, the thickness of the breadth field of the

pin layer 23 also lapped, and it could be 15nm as well as the thickness of

a field. on the other hand, with the sample of an example 2, said milling

was performed until 3nm was deeply removed from the top face of the pin

layer 23, and thickness of the pin layer 23 of a breadth field was set to

12nm. with the sample of the example of a comparison, said milling was

performed to the boundary of the pin layer 23 and the lower metal layer

22, and like the conventional technique, the breadth field of the pin layer 23 was lost and it left the pin layer 23 only to the lap field. In

addition, the thickness of the pin layer 23 in a table 1 is the thickness

in a lap field.

[0130]

[A table 2]

[0131] About each of these samples, the magnetic field of **2koe was impressed, respectively and MR ratio when [actual] a predetermined current is passed, the resistance between an electrode 21 and 28 is measured and it is obtained from those measurement results as the whole

component between an electrode 21 and 28 was computed. MR ratio obtained

about each sample is shown in a table 2. what MR ratio on actual increases

compared with the case where there is no breadth field of the pin layer 23

when there is a breadth field of the pin layer 23, the thickness of the

breadth field of the pin layer 23 laps, the thickness of the breadth field

of the pin layer 23 moreover laps compared with the case of being thinner

than the thickness of a field, and MR ratio increases [the direction in

the case of being the same as the thickness of a field] further is understood.

[0132] Moreover, it produced as a sample of an example 3 by the manufacture approach (what added modification relevant to the thin insulating layer 60 to the manufacture approach of the magnetic head by

the gestalt of said 1st operation) by which the magnetic head by the gestalt of said 5th operation mentioned above the magnetic head by the

gestalt of said 5th operation, and the magnetic head with the same configuration, and the same manufacture approach. The configuration of the

main each class was carried out as shown in the following table 3.

Moreover, with this sample, the width of recording track TW of the GMR component 2 was set to 130nm. When the head output of the sample of an

example 3 was measured, it is 2.3mV and the high head output was obtained.

[0133]

[A table 3]

[0134] As mentioned above, although the example was explained to the gestalt and its modification list of each operation of this invention,

this invention is not limited to these examples.

[0135] For example, a pin layer (antiferromagnetism layer) may be in the

case where it is in the lower part (substrate side) by the non-magnetic

layer, and the upper part (substrate opposite hand), by GMR membrane structure. This invention can be applied even if it is which case. [0136] Moreover, although the example which used the magneto-resistive

effect component (GMR component) by this invention for the magnetic head

was given with the gestalt of each operation mentioned above, the magneto-resistive effect component by this invention is applicable to other various applications.

[0137]

[Effect of the Invention] Though it is a magneto-resistive effect component with the CPP structure using the spin bulb film according to

this invention as explained above, the magneto-resistive effect component

which can raise MR ratio on actual compared with the former can be offered.

[0138] Moreover, according to this invention, the magnetic head which can

acquire a high power signal also in a narrow track, and can attain high

record recording density-ization can be offered by using such a magneto-resistive effect component.

[0139] Furthermore, according to this invention, the head suspension assembly which can attain high recording density-ization of a magnetic

disk drive etc. can be offered.

[Translation done.]